



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA Y APLICADAS

PROPUESTA TECNOLÓGICA

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO AUTOMATIZADO
PARA EL PELADO DE PLÁTANO VERDE EN EL EMPRENDIMIENTO DE
UN NEGOCIO”**

Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero en Electromecánica.

Autor:

Haro Araujo Walther Germán

Tutor:

Ing. Gallardo Molina Cristian Fabián, MSc.

LATACUNGA – ECUADOR

Febrero 2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo **HARO ARAUJO WALTHER GERMÁN** declaro ser autor de la presente Propuesta Tecnológica: **"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO AUTOMATIZADO PARA EL PELADO DE PLÁTANO VERDE EN EL EMPRENDIMIENTO DE UN NEGOCIO"**, siendo el Ing. Cristian Fabián Gallardo Molina, MSc. 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 la presente propuesta tecnológica, son de mi exclusiva responsabilidad.



Walther Germán Haro Araujo
C.I. 1804615407

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

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

"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO AUTOMATIZADO PARA EL PELADO DE PLATANO VERDE EN EL EMPRENDIMIENTO DE UN NEGOCIO", de HARO ARAUJO WALTHER GERMÁN, de la carrera de **INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**, 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 Consejo Directivo de la Facultad de **CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS** de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 10 de febrero del 2020



Tutor de Titulación

Ing. Cristian Fabián Gallardo Molina, MSc.

CC: 0502847692

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, el o los postulantes: HARO ARAUJO WALTHER GERMÁN, con el título de Proyecto de titulación: Título "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO AUTOMATIZADO PARA EL PELADO DE PLATANO VERDE EN EL EMPRENDIMIENTO DE UN NEGOCIO", 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, 10 de febrero del 2020

Para constancia firman:



Lector 1 (Presidente)

Nombre: Reinoso Peñaherrera Héctor Raúl
CC: 0502150899



Lector 2

Nombre: Segundo Ángel Cevallos Betún
CC: 0501782437



Lector 3

Nombre: Porras Reyes Jefferson
CC: 0704400449

AGRADECIMIENTO

*A Dios, por darme las fuerzas necesarias para culminar mi carrera y por estar conmigo en cada paso que doy.
A mi madre por darme la oportunidad de vivir y por su apoyo incondicional en todo momento.*

A mis tíos, por ser también mi soporte durante todo mi periodo de estudio.

A mi esposa, por ser compañía en las buenas y las malas situaciones durante todo este tiempo.

Y principalmente a mi hija hermosa por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente, y ser el motor que me impulsa a diario para ser una mejor persona.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, y sus docentes quienes han impartido sus conocimientos en este proceso de formación.

Un grato y sincero agradecimiento al Ing. Cristian Fabián Gallardo Molina, quien ha dirigido la presente Propuesta Tecnológica con su apoyo y conocimientos para llegar con éxito a la culminación de tan anhelada meta.

A todos ellos mi eterna gratitud.

Walther Germán

DEDICATORIA

Dedico este esfuerzo a mi madre, mis tíos y mi esposa, por ser la razón de mi vida y motivo de superación, a mis amigos por su sincera y bonita amistad, y en especial a mi hija que ha sido mi fortaleza en los momentos de debilidad, por brindarme su amor y su apoyo incondicional.

Para ellos mi gratitud y esta propuesta tecnológica que es fruto de un trabajo cumplido y convertido en realidad.

“Aprendí a subir los escalones y sé, que no se puede dar marcha atrás, la esencia de la vida es ir hacia adelante para llegar al éxito y ser protagonista del hoy y del sentido único de la vida”.

Walther Germán

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	¡Error! Marcador no definido.
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	vii
INDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
1. INFORMACION GENERAL	1
1.1. Propuesto por	1
1.2. Tema aprobado	1
1.3. Facultad.....	1
1.4. Carrera	1
1.5. Director del proyecto de titulación	1
1.5.1. Asesor Técnico del proyecto tecnológico	1
1.6. Lugar de ejecución.....	1
1.7. Tiempo de duración de la propuesta	2
1.8. Fecha de entrega	2
1.9. Línea y sublíneas de investigación	2
1.9.1. Línea de investigación.....	2
1.9.2. Sublíneas de investigación	2
1.10. Tipo de propuesta tecnológica	2
2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	3
2.1. Título de la propuesta tecnológica	3
2.2. Tipo de propuesta alcance.....	3

2.3. Área del conocimiento	3
2.4. Sinopsis de la propuesta tecnológica	3
2.5. Objeto de estudio y campo de acción	4
2.5.1. Objeto de estudio.....	4
2.5.2. Campo de acción	4
2.6. Situación problemática y problema	5
2.6.1. Situación problemática.....	5
2.6.2. Problema.....	5
2.6.3. Matriz Causa-Efecto.....	6
2.7. Hipótesis	6
2.8. OBJETIVOS	6
2.8.1. Objetivo general	6
2.8.2. Objetivos específicos.....	7
2.9. Descripción del desarrollo de las actividades y tareas propuestas con los objetivos establecidos	7
3. MARCO TEÓRICO.....	8
3.1. Argumentación.....	8
3.2. Materia prima-plátano verde.....	9
3.2.1. Características nutricionales del plátano verde	10
3.2.2. Tipos de plátano en el Ecuador	11
3.2.3. Propiedades beneficios	12
3.2.4. Productividad de plátano verde	12
3.2.5. Procesos industriales	13
3.3. Métodos de pelado del plátano verde	14
3.4. Especificaciones técnicas de una peladora de plátano modelo RM-GBP1	15
3.5. Componentes de una peladora de plátano verde.....	16
3.5.1. Aceros inoxidables	16
3.5.2. Actuadores.....	17
3.5.3. Sistema mecánico de transporte	18
3.5.4. Elementos de control eléctricos electrónicos	18
3.6. Factor de diseño	19
3.7. Fundamentación legal	20
4. METODOLOGÍA.....	21
4.1. Métodos de investigación	21
4.1.1. Deductivo	21

4.1.2. Analítico	21
4.1.3. Sintético.....	21
4.2. Tipo de investigación.....	21
4.2.1. Descriptiva	21
4.3. Operacionalización de variables	22
4.4. Alternativas para el diseño de la propuesta.....	22
4.4.1. Especificaciones técnicas	22
4.4.2. Necesidades y especificaciones requeridas	23
4.4.3. Requerimientos técnicos	23
4.5. Método de evaluación.....	24
4.5.1. Sistema mecánico.....	24
4.5.2. Sistema de control	30
4.6. Descripción de las partes del prototipo.....	32
4.6.1. Estructura principal	32
4.6.2. Carcasa	33
4.6.3. Mecanismo para descascarado	33
4.6.4. Banda transportadora.....	34
4.6.5. Clasificador plátano-cáscara	34
4.6.6. Guías.....	35
4.7. Diseño y cálculo de elementos mecánicos.....	35
4.7.1. Análisis estático de la estructura principal.....	35
4.7.2. Diseño de ejes.....	36
4.7.3. Fuerzas ejercidas sobre el eje del mecanismo de descascarado	36
4.7.4. Fuerzas ejercidas sobre el eje de la banda transportadora.....	42
4.7.5. Selección de rodamientos.....	43
4.7.6. Selección de rodamiento de la banda transportadora.....	45
5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	46
5.1. Resultados de la encuesta realizada.	46
5.2. Análisis de resultados de las pruebas del prototipo	49
5.2.1. Prueba de posicionamiento y sujeción de plátano verde.....	49
5.2.2. Prueba de descascarado del plátano verde	50
5.2.3. Prueba de funcionamiento de la banda transportadora.....	51
5.3. Discusión de resultados de.....	52
5.3.1. Resultado de posicionamiento y sujeción de plátano verde.....	52
5.3.2. Resultado de pelado del plátano verde.....	52

5.3.3. Resultado de funcionamiento de la banda transportadora.....	52
5.4. Hipótesis	52
5.4.1. Variables de la investigación.....	52
5.4.2. Comprobación de hipótesis	53
5.4.3. Comprobación de hipótesis empleando el método chi-cuadrado.....	54
5.5. Norma ecuatoriana para alimentos	57
6. PRESUPUESTO Y ANALISIS DE IMPACTOS	57
6.1. Análisis financiero	57
6.1.1. Costos directos	57
6.2. Costos indirectos.....	60
6.2.1. Costos ingenieriles	60
6.3. Consumo eléctrico	61
6.4. Calculo VAN y TIR.....	61
6.1. Análisis de impactos	63
6.1.1. Impacto practico.....	63
6.1.2. Impacto ambiental.....	63
6.1.3. Impacto social	63
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	63
7.1. Conclusiones.....	63
7.2. Recomendaciones	64
8. BIBLIOGRAFIA	64
ANEXOS	67
PLANOS.....	94

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Beneficiarios del proyecto	4
Tabla 2.2. Sistema de tareas en base a los objetivos	8
Tabla 3.1. Valor nutricional del plátano verde.	11
Tabla 3.2. Volumen de producción	12
Tabla 3.3. Tipos de procesos de pelado de plátano verde	15
Tabla 3.4. Especificaciones técnicas prototipo peladora	16
Tabla 3.5. Factores de seguridad	20
Tabla 4.1. Variables	22
Tabla 4.2. Características del prototipo	23
Tabla 4.3. Escala de ponderación	24
Tabla 4.4. Pruebas de selección para el sistema de corte	25
Tabla 4.5. Selección de mecanismos de cuchilla.....	25
Tabla 4.6. Características de perfiles para la estructura	26
Tabla 4.7. Selección de los perfiles	27
Tabla 4.8. Características de motor	28
Tabla 4.9. Ponderación de motores	28
Tabla 4.10. Tipo de bandas trasportadoras	29
Tabla 4.11. Ponderaciones alternativas para el sistema de transporte.....	29
Tabla 4.12. Características de controlador	30
Tabla 4.13. Ponderación de controladores.....	31
Tabla 4.14. Tipos de sensores.....	31
Tabla 4.15. Ponderación de sensores	32
Tabla 4.16. Valor del rodamiento de la banda transportadora.....	45
Tabla 5.1. Descascarado manual	53
Tabla 5.2. Descascarado automatizado.....	54
Tabla 5.3. Tiempo para descascarado	55
Tabla 5.4. Tabla de contingencia.....	56

Tabla 6.1. Costo de materiales y suministros	58
Tabla 6.2. Costo de elementos parte eléctrica	58
Tabla 6.3. Costos de equipos	59
Tabla 6.4. Costos de implementos de seguridad.....	60
Tabla 6.5. Costos de mano de obra.....	60
Tabla 6.6. Costos de transporte.....	60
Tabla 6.7. Costos de transporte.....	61
Tabla 6.8. Consumo eléctrico	61
Tabla 6.9. VAN y TIR	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1. Materia prima plátano verde	10
Figura 3.2. Producción de plátano	10
Figura 3.3. Procesos para la elaboración de chifles.....	13
Figura 3.4. Máquina automatizada peladora de plátano verde.....	15
Figura 3.5. Acero inoxidable	16
Figura 3.6. Motor eléctrico.....	17
Figura 3.7. Actuador lineal eléctrico	17
Figura 3.8. Banda Transportadora	18
Figura 3.9. Arduino Mega 2560	19
Figura 3.10. Sensor de proximidad	19
Figura 4.1. Estructura principal	33
Figura 4.2. Carcasa	33
Figura 4.3. Mecanismo para el pelado.....	34
Figura 4.4. Banda Transportadora	34
Figura 4.5. Clasificador Plátano-Cáscara	34
Figura 4.6. Guía.....	35
Figura 4.7. Fuerzas en el eje de pelado	36
Figura 4.8. Diagrama de fuerzas	39
Figura 4.9. Diagrama de momentos	40
Figura 4.10. Grafica de valores de kt	41
Figura 4.11. Fuerzas en el eje de banda transportadora	42
Figura 4.12. Comparación de tipos de rodamientos	44

Figura 4.13. Parámetros para f_L y f_N	45
Figura 5.1. Resultado Encuesta, Pregunta 1	46
Figura 5.2. Resultado Encuesta, Pregunta 2	46
Figura 5.3. Resultado Encuesta, Pregunta 3	47
Figura 5.4. Resultado Encuesta, Pregunta 4	47
Figura 5.5. Resultado Encuesta, Pregunta 5	48
Figura 5.6. Resultado Encuesta, Pregunta 6	48
Figura 5.7. Resultado Encuesta, Pregunta 7	49
Figura 5.8. Plátano cortado los extremos	49
Figura 5.9. Sujeción del plátano	50
Figura 5.10. Datos de pruebas del sistema de sujeción	50
Figura 5.11. Descascarado de plátano	51
Figura 5.12. Datos de pruebas del sistema de descascarado	51
Figura 5.13. Banda transportadora	51
Figura 5.14. Tabla Chi-cuadrado.....	55

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS
TITULO: “ DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO
AUTOMATIZADO PARA EL PELADO DE PLÁTANO VERDE EN EL
EMPENDIMIENTO DE UN NEGOCIO ”

Autor:

Haro Araujo Walther Germán

RESUMEN

La presente tesis tiene por finalidad el diseño e implementación de un prototipo automatizado para el pelado de plátano verde en el emprendimiento de un negocio, en la Provincia de Tungurahua, Cantón Píllaro, sector La Matriz, con el propósito de reducir el tiempo que normalmente conllevaba el proceso de quitar la cascara a la materia prima de forma manual para sus posteriores procesos, y que el producto final en este caso los chifles se entreguen al consumidor en el menor tiempo posible.

Para el diseño del prototipo se utilizó un software asistido por computador como lo es el INVENTOR, el mismo que sirvió para dimensionar y modelar cada una de las partes que componen la máquina, como lo es la estructura principal, la carcasa, el mecanismo de corte, el mecanismo de banda transportadora, etc. Lo que se refiere a la parte eléctrica y electrónica se la diseño en un software llamado FRITZING, y la programación se la realizó en el software ARDUINO.

Para la construcción de este prototipo automatizado se utilizó tubería cuadrada, ejes y planchas de acero inoxidable todos estos de la serie AISI 304, ya que sus propiedades son las adecuadas para la manipulación y producción alimenticia, además que este tipo de acero cuenta con propiedades anti corrosivas impidiendo su oxidación y que la materia prima pueda contaminarse. También se tomó en cuenta que el prototipo sea ergonómico, es decir que el operador pueda manipularlo en una posición cómoda por esta razón sus medidas son 750 x 600 x 800 mm. Además, es de fácil manipulación ya que cuenta con su respectivo manual de operación y mantenimiento.

Palabras clave: implementar, prototipo, automatizar, software, dimensionar.

COTOPAXY TECHNICAL UNIVERSITY

FACULTY OF ENGINEERING SCIENCES AND APPLIED

**TITLE: " DESIGN AND IMPLEMENTATION OF AN AUTOMATED
PROTOTYPE FOR GREEN BANANA PEELING IN BUSINESS
ENTREPRENEURSHIP"**

Author:

Haro Araujo Walther Germán

ABSTRACT

The research purpose of this thesis is to design and implement an automated prototype for green banana peeling in the entrepreneurship of a business, in the Tungurahua Province, Píllaro Canton, La Matriz sector, whose purpose is reducing the time that normally it involved the process of removing the shell from the raw as manual way. for further processes, and that the final product in this case the chifles are delivered to the consumer in the shortest possible time.

To design of the prototype was used a computer-aided software as INVENTOR, this software served to size and model each of the parts that compose the machine, as is the main structure, the housing, the cutting mechanism, the conveyor belt mechanism, and so on. Regarding to electrical and electronic part was designed in a software called FRITZING, and the programming was done in the ARDUINO software.

For the construction of this automated prototype square pipe, axles and stainless steel plates all of these of the AISI 304 series were used, since their properties are suitable for handling and food production. In addition this type of steel has anti-corrosive properties preventing its oxidation and that the raw material can be contaminated. It was also taken into account that the prototype is ergonomic, so that the operator can handle it in a comfortable position for this reason its measurements are 750 x 600 x 800 mm. In addition, it is easy to handle as it has its respective operation and maintenance manual.

Keywords: implement, prototype, automate, software, measurement

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen de la propuesta tecnológica al Idioma Inglés presentado por el señor **HARO ARAUJO WALTHER GERMÁN**, egresado de la **CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA** de la **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS** cuyo título versa **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO AUTOMATIZADO PARA EL PELADO DE PLATANO VERDE EN EL EMPRENDIMIENTO DE UN NEGOCIO”**, lo realizó 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 estimare conveniente.

Latacunga, febrero, 2020

Atentamente,



Ledo. Pacheco Pruna Edison Marcelo
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C: 0502617350

1. INFORMACION GENERAL

1.1. Propuesto por

Haro Araujo Walther Germán.

1.2. Tema aprobado

Diseño e implementación de un prototipo automatizado para el pelado de plátano verde en el emprendimiento de un negocio.

1.3. Facultad

Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

1.4. Carrera

Ingeniería Electromecánica

1.5. Director del proyecto de titulación

Ing. Cristian Fabián Gallardo Molina, MSc.

1.5.1. Asesor Técnico del proyecto tecnológico

Nombre: Ing. Cristian Fabián Gallardo Molina, MSc.

E-mail: cristian.gallardo@utc.edu.ec

Cédula: 050284769-2

Celular: 0984698851

1.6. Lugar de ejecución

Región Sierra, provincia de Tungurahua, cantón Píllaro, parroquia La Matriz.

1.7. Tiempo de duración de la propuesta

Cinco meses

1.8. Fecha de entrega

31 de enero del 2020

1.9. Línea y sublíneas de investigación

1.9.1. Línea de investigación

De acuerdo a lo establecido por el departamento de investigación de la Universidad Técnica de Cotopaxi, línea 4: Procesos industriales.

1.9.2. Sublíneas de investigación

Diseño, construcción y mantenimiento de elementos, prototipos y sistemas electromecánicos.

El proyecto de investigación se ampara a las anteriores sublíneas de investigación, al encontrarse como pautas principales, relacionando la automatización industrial a través del conocimiento de las áreas de los sistemas, electromecánicos, eléctricos y electrónicos.

1.10. Tipo de propuesta tecnológica

Lo que se pretende desarrollar con la propuesta es una tecnología conducente a una máquina para el pelado de plátano verde, en el emprendimiento de un negocio.

2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

2.1. Título de la propuesta tecnológica

Diseño e implementación de un prototipo automatizado para el pelado de plátano verde en el emprendimiento de un negocio.

2.2. Tipo de propuesta alcance

El presente proyecto tecnológico se presenta como un Proyecto Productivo porque permite mejorar el tiempo de pelado del plátano verde en contraparte del pelado manual, y así tener un producto final de mayor calidad e higiene y en el menor tiempo posible, lo que conllevará a aumentar el nivel de producción y por ende a elevar las ganancias.

2.3. Área del conocimiento

Según las normas CINE-UNESCO el área de conocimiento es ingeniería, industria y construcción.

2.4. Sinopsis de la propuesta tecnológica

El presente proyecto se enfoca al diseño e implementación de un prototipo automatizado, que me permita realizar un pelado adecuado la materia prima como lo es el plátano verde para los posteriores procesos.

Píllaro es una ciudad potencialmente rentable y más que toda apta para que se inviertan capitales frescos. Probablemente esas potencialidades no han sido aprovechadas apropiadamente en el sector alimentos de nuestra provincia al igual que en nuestro país. Aun así se enfrenta a un tremendo desafío de encontrar el camino para poder acceder al desarrollo, mediante una transformación productiva en un contexto de democracia política, apertura económica y sobretodo participación por parte del Estado, y así poder facilitar una mayor participación con la sociedad civil, dinamice su economía y sentar, nuevas bases para el desarrollo y equidad social empresarial con la implementación de maquinarias en el sector alimenticio, por lo que se requiere diseñar e implementar un prototipo automatizado para el pelado de plátano verde, a fin de contribuir con una

producción más rápida en el pelado de plátano verde con el propósito de aminorar ciertos impactos negativos como estrés laboral, desperdicio de materia prima, y costos de mano de obra y tiempos en la entrega del producto al consumidor.

Este problema de pelado de plátano verde se resuelve para propietarios, colaboradores del área de producción y ventas, a su vez para el cliente. La Tabla 2.1 muestra los beneficiarios del proyecto tecnológico.

Tabla 2.1. Beneficiarios del proyecto

Directos:	Propietarios del negocio a emprender. Colaboradores del área de producción.
Indirectos:	Consumidores finales

Con la implementación de este sistema automatizado de pelado de plátano verde ayudará al avance del negocio a emprender generando una mayor producción, ya que se agilizarían los procesos posteriores al pelado, para satisfacer la demanda y a la vez mejorar los ingresos económicos.

2.5. Objeto de estudio y campo de acción

2.5.1. Objeto de estudio

Implementar un prototipo automatizado mediante un sistema electromecánico que permita retirar la corteza de la materia prima que en este caso es el plátano verde.

2.5.2. Campo de acción

La automatización de un proceso agroindustrial en la línea alimenticia la cual se realizará mediante un sistema electromecánico el cual permitirá retirar la corteza del plátano verde para sus posteriores etapas.

2.6. Situación problemática y problema

2.6.1. Situación problemática

La situación problemática es la falta de un proceso adecuado para el pelado de plátano verde para satisfacer la demanda requerida. En un anterior negocio familiar se encontraba este problema porque se realizaba el proceso de pelado de plátano de forma artesanal con el uso de la fuerza de sus manos, esta manera de pelar el plátano verde provoca el requerimiento de abundante mano de obra por los retardos en los procesos para el pelado del plátano verde, siendo el reflejo en utilidades cuando se procesa en grandes cantidades por ende es imprescindible la optimización de tiempo para la entrega del producto.

Debido al proceso repetitivo del pelado manual de plátano verde que ha producido cansancio; condicionando el requerimiento de mayor mano de obra a utilizarse por la gran demanda del producto para el consumo, a la vez se generaba esta causa por el desconocimiento del propietario sobre máquinas automatizadas para el pelado de plátanos verdes que evitan pérdidas de tiempo.

De estas causas se originó el estrés laboral en los colaboradores de este pequeño negocio. Como también la pérdida de tiempo en la elaboración del producto alimenticio final, obteniendo utilidades bajas por el costo elevado de mano de obra y pérdida de materia prima.

Con el diseño e implementación de un prototipo automatizado para el pelado de plátano verde, se volverá más fácil dicha tarea especialmente para los colaboradores del área de producción del negocio a emprender, disminuyendo el tiempo de producción y aumentando los ingresos, así como la calidad.

2.6.2. Problema

La inexistencia de un prototipo automatizado para el pelado de plátano verde en el emprendimiento de un negocio, lo que ocasionan pérdidas de tiempo por el proceso manual de pelado.

2.6.3. Matriz Causa-Efecto

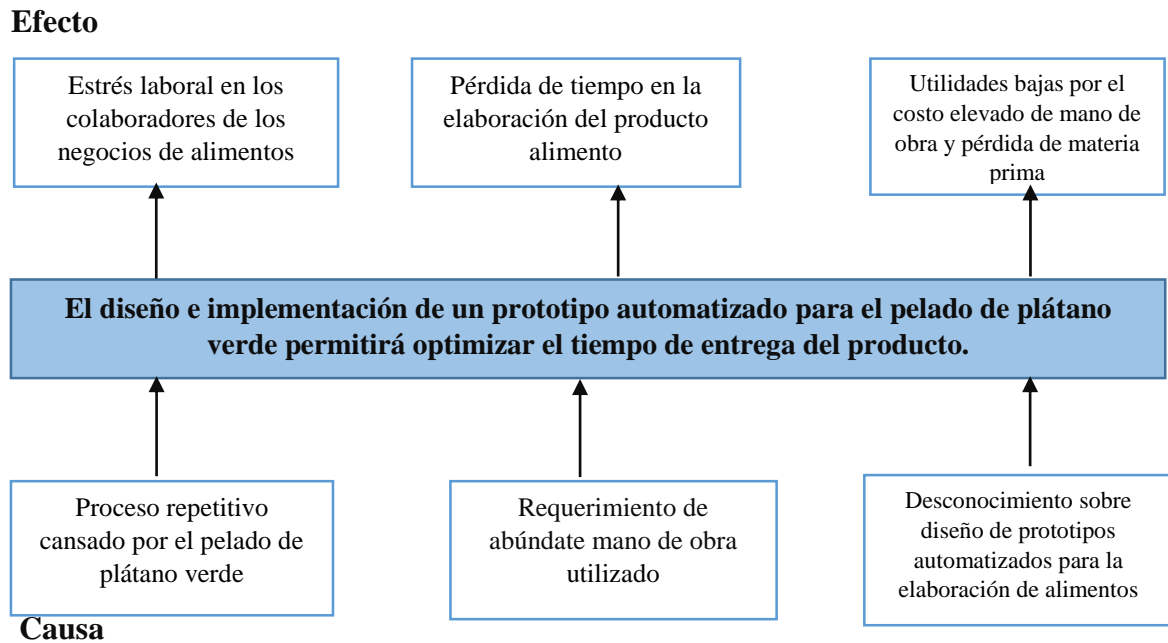


Figura 2.1. Árbol de problemas

2.7. Hipótesis

¿La falta de un prototipo automatizado para el pelado de plátano verde en el emprendimiento de un negocio, permitirá la optimización del tiempo de entrega y a la vez en la calidad del producto final?.

2.8. OBJETIVOS

2.8.1. Objetivo general

Diseñar e implementar un prototipo automatizado para el pelado de plátano verde en el emprendimiento de un negocio.

2.8.2. Objetivos específicos

- Dimensionar y diseñar la estructura del prototipo manejando software (CAD) asistido por computador con la implementación de un sistema eléctrico y mecánico que permita el pelado de plátano verde.
- Seleccionar el mecanismo más idóneo para el pelado del plátano verde efectuando pruebas para la comprobación de la calidad del producto final y exigencias de parámetros ergonómicos.
- Construir e implementar el prototipo con un sistema eléctrico y mecánico para el pelado de plátano verde.

2.9. Descripción del desarrollo de las actividades y tareas propuestas con los objetivos establecidos

El objetivo principal de un proyecto es administrar, planificar, coordinar, dar seguimiento y control de todas las actividades y los recursos asignados para la ejecución del proyecto de una forma que se pueda cumplir con el alcance en el tiempo establecido y con los costos presupuestados.

Por lo que es significativo efectuar la representación del transcurso de las actividades y tareas propuestas con los objetivos determinados para orientar el proceso de cumplimiento del proyecto, cada actividad a formalizar cumple un papel trascendente en el logro del proyecto tecnológico.

La Tabla 2.2 muestra el detalle del sistema de tareas en base a los objetivos planteados.

Tabla 2.2. Sistema de tareas en base a los objetivos

OBJETIVOS	Actividad (tareas)	Resultado de la actividad	Método
Dimensionar y diseñar la estructura del prototipo manejando software (CAD) asistido por computador con la implementación de un sistema eléctrico y mecánico que permita el pelado de plátano verde.	<p>Diseñar y dimensionar las partes mecánicas del prototipo utilizando dibujo asistido por computador.</p> <p>Diseñar y dimensionar el sistema eléctrico del prototipo utilizando un software CAD.</p>	<p>Obtención de planos del prototipo con sus respectivas medidas para su posterior construcción.</p> <p>Obtención del plano eléctrico y dimensionamiento de sus respectivos componentes.</p>	Investigación científica
Seleccionar el mecanismo más idóneo para el pelado del plátano verde efectuando pruebas para la comprobación de la calidad del producto final y exigencias de parámetros ergonómicos.	<p>Investigar las diferentes formas de pelado de la materia prima.</p> <p>Construir diferentes tipos de mecanismos de pelado para la materia prima.</p>	<p>Analizar cada una de las formas de pelado de la materia prima.</p> <p>Escoger el mecanismo más idóneo para el pelado de la materia prima.</p>	Investigación documental y de campo
Construir e implementar el prototipo con un sistema eléctrico y mecánico para el pelado de plátano verde.	<p>Una vez diseñado los planos, realizar la construcción del prototipo.</p> <p>Realizar pruebas del prototipo construido para verificar su correcto funcionamiento y detectar posibles fallas.</p>	<p>Prototipo ya construido y listo para realizar pruebas de funcionamiento.</p> <p>Una vez pasadas las pruebas de funcionamiento sin que tenga fallas, implementarlo en el lugar mencionado para su posterior trabajo.</p>	Investigación de campo

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Argumentación

En la actualidad las empresas y microempresas tienden a orientar sus procesos hacia la automatización y trabajo autónomo continuo, lo que aprueba tener un control total, llegando a obtener como resultados procesos más eficaces y eficientes. Los siguientes numerales de la propuesta tecnológica detallarán el argumento científico y técnico del desarrollo del prototipo para el pelado de plátano verde, a su vez detallará la materia prima

a utilizarse, los tipos de plátano, espesores, tipos de máquinas de pelado, elementos a valerse en el prototipo, descripción y tipos, entre otros.

Existen diferentes tipos de pelado de plátano verde de acuerdo a las necesidades de elaboración del producto, por lo que más adelante se detallan cada uno de estos, para seleccionar cuál es el prototipo que cubre las expectativas del proyecto. Así mismo es importante conocer las propiedades y valor nutritivo del plátano verde como producto alimenticio para sus consumidores.

3.2. Materia prima-plátano verde

Su nombre científico es *Musa Paradisiaca*, esta fruta de forma oblonga alargada y algo curvada, posee hojas erguida y oblongas redondeadas en su ápice base, mismo que representa su cara superior de color verde claro y su envés un verde más tenue, estas hojas miden un aproximado de 30 cm por 55 cm de ancho y de 1 a 2 cm de largo. Así mismo sus frutos son bayas falsas que no contienen semillas, cilíndricos distribuidos en racimos manos de racimos de 30 – 70 plátanos que miden de 30 a 40 cm de largo y de a – 7 cm de diámetro¹¹, su peso es de alrededor unos 200 gramos por unidad. Así esta fruta o planta como ha sido considerada por varios expertos dependerá de entre muchas otras características además de su forma, color, estado de madurez, contextura y peso, para poder ser consumida.

En el Ecuador la mayor zona de producción de esta musácea es la conocida como el triángulo platanero, la cual abarca las provincias de Manabí, Santo Domingo y Los Ríos, con 52,612, 14,249 y 13,376 ha, respectivamente. Las principales variedades explotadas en estas zonas son el “Dominico”, que se lo destina principalmente para el autoconsumo y el “Dominico Hartón” (*Musa* AAB Simmonds) que se lo destina en su mayor parte a la exportación, estimándose que anualmente se exportan alrededor de 90000 TM de este cultivar (INIAP, 2013).

Debido a la creciente demanda, la producción mundial de plátano, entre el año 2000 al 2014, registró un crecimiento de 24,86%, pasando de 33 millones de toneladas producidas en el año 2000 a 397 millones de toneladas en el 2015; presentando así, una tendencia

positiva en este periodo de tiempo, con una tasa de crecimiento anual promedio de 1,74% toneladas. [1]



Figura 3.1. Materia prima plátano verde

Fuente: [1]

Ecuador es un productor de vanguardia de plátanos a escala mundial, el país proporciona alrededor del 10% de la producción mundial de plátanos. Anualmente en Ecuador se cultivan cerca de 6 millones de toneladas de plátanos.



Figura 3.2. Producción de plátano

Fuente: [1]

3.2.1. Características nutricionales del plátano verde

El plátano posee un alto valor nutritivo. Es una fuente sustancial de potasio, magnesio y fosfato. El potasio del plátano es muy bueno para el corazón ya que puede ayudar a prevenir la hipertensión y los ataques cardíacos. El alto contenido en vitaminas A, B1, B2, B6 y C ayuda mantener la visión, una piel saludable y contribuye a fortalecer el sistema inmunológico. Tiene también un alto contenido en fibra y carbohidratos. El plátano verde cocinado es muy bueno para los diabéticos puesto que contiene un complejo de carbohidratos que se libera muy lentamente en el tiempo. [2]

Tabla 3.1. Valor nutricional del plátano verde.

Componentes	Unidades	Valor
Energía	Kcal.	122
Agua	%	65,6
Carbohidratos	%	32,3
Proteínas	%	1
Fibra	%	0,5
Grasa	%	0,3
Cenizas	%	0,8
Calcio	Ppm	310
Fósforo	Ppm	340
Hierro	Ppm	8
Potasio	Ppm	---
B-caroteno (vitamina A)	Ppm	1,75
Tiamina (vitamina B1)	Ppm	0,6
Riboflavina (vitamina B2)	Ppm	0,4
Piridoxia (vitamina B6)	Ppm	---
Niacina	Ppm	6
Ácido ascórbico (vitamina C)	Ppm	200

Fuente: [2].

3.2.2. Tipos de plátano en el Ecuador

El plátano, también conocido como verde, tiene tres variedades: barraganete, dominico y maqueño. Se produce en el Litoral y en las zonas de clima cálido. No hay datos actualizados de la producción, pero se calcula que están sembradas 40 000 hectáreas.

La época de invierno es cuando más se produce barraganete. Desde enero hasta abril o mayo, dependiendo de las precipitaciones, En junio, la producción disminuye, pero por la oferta y demanda hacen que los precios se disparen.

Los otros dos tipos de plátano, el maqueño y el dominico, varían del barraganete solo por su tamaño y número de dedos en las manos que se recolectan.

El maqueño pueda dar hasta 80 dedos en una mano; el barraganete hasta 44 y el dominico unos 23 dedos. Este último es el más pequeño y más delgado.

3.2.3. Propiedades beneficios

Gracias a su gran aporte de potasio, los plátanos verdes son muy apropiados para la salud cardíaca, pero obviando para aquellas personas que tiene problemas hepáticos o renales. Los plátanos verdes son utilizados en muchos lugares de Latinoamérica y se pueden preparar de distintas maneras. Hervido, cocido o frito, sirve como complemento para muchos platillos.

A nivel nutricional los plátanos verdes son una excelente fuente de fibra, potasio, vitamina C y beta-caroteno, además de otras vitaminas como la B& y minerales como el hierro. Además de proporcionar mucha energía al cuerpo, aporta diversos beneficios a la salud, mejorando y regulando el ritmo cardíaco. Es nutriente ayuda al cuerpo a regular presión, y es una de las plantas más conocidas a nivel mundial esto se debe a que su presencia y cultivo data de hace más tres mil años. En Ecuador el plátano es utilizado para elaborar diversos tipos de productos comestibles como empanadas de verde, bolones, chifles, entre otros. [3]

3.2.4. Productividad de plátano verde

En el País la producción de plátano es una actividad económica muy rentable para la población que se dedica a este cultivo, dicha acción debe satisfacer un consumo de 35 millones de toneladas al año, en donde Ecuador apenas produce el 10%. En esta hortofruta ha ganado acogida en el mercado los últimos años, según datos de la ESPAC, en 2013, recuperó el área cultivada luego de una caída en 2012 ver tabla 3.2. La importancia del cultivo del plátano es innegable en todas las latitudes de los trópicos, por lo que tiene gran relevancia en la estructura económica de la zona o área de producción. [4]

Tabla 3.2. Volumen de producción

Año	Superficie en Ha		Producción Tm	Rendimiento Tm/Ha
	Plantada	Cosechada		
2010	144979	113133	547289	4,84
2011	136323	115349	591984	5,13
2012	114272	91778	559319	6,09
2013	151442	121824	604134	4,96
2014	159014	127915	634341	4,96

Fuente: [4]

A nivel nacional el plátano es uno de los cultivos más comercializados, después del arroz, el trigo y el maíz, se convierte en fuente importante de empleo e ingresos que permite mejorar la calidad de vida especialmente en comunidades rurales, su variada utilización en la alimentación, a su vez el hortofruto puede ser transformado en la industria en productos de consumo masivo y para exportación. [5]

Uno de los principales derivados del plátano verde es la harina, producto importante en el sector industrial, su finalidad en la producción es para consumo humano en diferentes variedades y concentrado animal con una vida útil entre 6 y 9 meses en ambos casos.

3.2.5. Procesos industriales

Entre las principales propiedades del plátano verde podemos mencionar que son ricos en almidones y escasos en ácidos con un peso aproximado de 200 gramos, tiene piel gruesa y de color verdoso, su pulpa es color blanco, su forma es alargada, arqueada, blanda y de dimensiones variables, factores que influyen en cuanto al proceso industrial de pelado o descascarado uno de los procedimientos que han sido difíciles de agilizar en el ámbito de obtener chifles u otros derivados del plátano verde. [6]

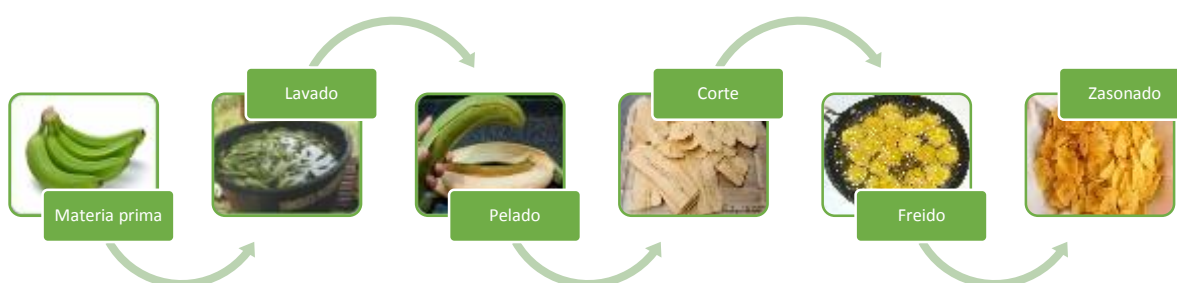


Figura 3.3. Procesos para la elaboración de chifles

- Materia prima:** La materia prima a utilizar en la elaboración de chifles va a ser el plátano verde.
- Lavado:** limpiar la materia prima de posibles impurezas y residuos para que la pulpa no se contamine.

- c) **Pelado o descascarado:** Retirar la cáscara iniciando con el corte de las puntas extremas del plátano, realizar un corte poco profundo a lo largo de un extremo al otro, procurando no cortar la pulpa, este proceso es repetitivo y lento, lo cual hace necesario incorporar más personas para lograr una producción masiva.

- d) **Corte:** Se procede a cortar transversalmente en hojuelas de 1 a 1.5 mm de espesor. Para ello se emplea una laminadora (cortadora manual).

- e) **Freído:** Las hojuelas ingresan a la freidora. Se someten a la operación de fritura en aceite vegetal previamente elevado a la temperatura de 150°C. El proceso de fritura, dura entre 3-5 minutos aproximadamente.

- f) **Escurreo y sazonado:** Debe escurrirse las hojuelas y eliminar el exceso de aceite empleando un papel absorbente, luego se sazona los chifles con sal (no más de 1.5 %). Esto tiene por objeto mejorar el sabor del producto, y se homogenizan para así se logre una buena distribución de las partículas de sal en todas las hojuelas

3.3. Métodos de pelado del plátano verde

Un factor importante en el descascarado es la adherencia y forma de la materia prima a ser procesada. En este caso, la calidad de plátano fija las características de adherencia y formas que este presenta para realizar los cortes que se requiere para desprender la cáscara.[7]. En la tabla 3.3 se puede observar algunos tipos de procesos para el pelado del plátano verde.

Tabla 3.3. Tipos de procesos de pelado de plátano verde

Proceso	Explicación	Procedimiento
Manual	En el pelado manual, en algunos casos para evitar la complejidad, el plátano y otros tipos de frutas con características similares, se somete a un escaldado, que consiste en sumergirlos en agua caliente durante un tiempo predeterminado, con el objetivo de facilitar el desprendimiento de la cáscara mediante ciertos tipos de cuchillas evitando lastimar la pulpa.	
Al vapor	Se introduce el producto en un recipiente a alta presión, lo cual puede llevar a cabo un pelado homogéneo, además se inyecta vapor a alta presión desprendiendo superficialmente la cáscara, y finalmente se aplica duchas de agua para eliminar residuos.	
Por abrasión	El alimento entra en contacto directo con los rodillos, los cuales tienen una superficie abrasiva dando lugar al desprendimiento de la cáscara, que posteriormente pasa a través del agua.	
Revolver	Son rodillos que conforman un tambor alargado giran por separado, permitiendo el desprendimiento de la cáscara.	
Mecanismos de cuchilla	Son utilizadas para pelar el producto deseado por cuchillas rotatorias de manera automática con un diseño propio, el cual es introducido la materia prima ya sea individual o por pares respectivamente.	

Fuente: [7]

3.4. Especificaciones técnicas de una peladora de plátano modelo RM-GBP1



Figura 3.4. Máquina automatizada peladora de plátano verde

Fuente: [8]

En base a información tomada de ROMITER GROUP, empresa China dedicada al diseño y construcción de maquinarias automatizadas, muestra las especificaciones técnicas de una máquina peladora de plátano con posibilidad a modificación dependiendo la capacidad de carga ver tabla 3.4.

Tabla 3.4. Especificaciones técnicas prototipo peladora

Modelo	RM-GBP1
Salida	35-40 piezas/min
	Voltaje: 380/220V
	Potencia: 0,4 Kw
Parámetros técnicos	Peso: 120 Kg
	Dimensiones: 1,25*1,15*0,95 m
Estaciones	1 operador, 1 estación

Fuente. [9]

3.5. Componentes de una peladora de plátano verde

3.5.1. Aceros inoxidables

Se categoriza en tres series principales 200, 300 que poseen características similares, se trabajan con temperaturas hasta 1200°F con buenas retenciones de propiedades, poseen buena ductilidad, tenacidad y soldabilidad, son útiles en procesamiento químico, productos arquitectónicos y productos relacionados con alimentos, no son endurecibles por tratamientos térmicos.

La serie de los AISI 304 se utilizan para molduras automotrices y equipos de procesamiento químico como por ejemplo tanques de ácidos. [10]



Figura 3.5. Acero inoxidable

Fuente: [10]

3.5.2. Actuadores

Son dispositivos netamente mecánicos se encargan de proporcionar fuerza a otro dispositivo mecánico para realizar un trabajo. La fuerza ejercida proviene de fuentes neumáticas, presión hidráulica, fuerza motriz o eléctrica, según la nominación puede ser lineal o rotatorio.

a) Motores eléctricos: Transforma la energía eléctrica en mecánica rotacional al eje, proporcionada por una red de distribución. Este artefacto permite accionar cargas mecánicas. En aplicaciones industriales el motor Jaula de Ardilla ver figura 3.6. Motor con rotor en cortocircuito, es el más usado por su característica de soportar elevadas cargas y la disponibilidad en el mercado. Para la selección de un motor, se parte de la aplicación al cual está destinado, seguido. [11]



Figura 3.6. Motor eléctrico

Fuente: [11]

b) Actuadores lineales eléctricos: Los actuadores lineales son cilindros mecánicos motorizados que transforman un movimiento circular a lineal, produciendo el desplazamiento del vástago, poseen un movimiento controlado en velocidad y posición, pueden funcionar bajo cargas de tracción o compresión, posee varias características que hace posible sustituir a los actuadores neumáticos o hidráulicos [12].



Figura 3.7. Actuador lineal eléctrico

Fuente: [12]

El campo aplicativo de los actuadores lineales eléctricos es muy amplio ya que pueden ser instalados en cualquier ambiente debido a que solo es necesario cables con energía eléctrica.

3.5.3. Sistema mecánico de transporte

Conforman un conjunto de dispositivos y equipos necesarios para transportar el producto de forma mecánica a diferentes puntos de una instalación o entre máquinas, preservando la integridad del producto. Dentro de estos sistemas se encuentran los elevadores, tornillo sin fin, bandas transportadoras, apiladores entre otros.

a) **Banda Transportadora:** Es una estructura mecánica con correas de goma o tejido cerrado en anillo, mediante empalmes, misma que sirve como medio de transporte de materiales sólidos o productos a granel. La selección de la banda se hace con referentes al tipo de transportador y la forma de operación. [13]



Figura 3.8. Banda Transportadora

Fuente: [13]

3.5.4. Elementos de control eléctricos electrónicos

Intervienen accionamientos con el propósito de controlar un equipo con el paso de señales a fin de maniobrar el proceso que el dispositivo está ejecutando.

a) **Arduino mega 2560:** Es una tarjeta constituida de un micro controlador Atmega 2560, el cual posee pines de entrada y salida, tanto analógicos como digitales, se la puede programar mediante un lenguaje Processing/Wiring. Se lo utiliza para el desarrollo de objetos interactivos autónomos, además permite comunicarse con una PC mediante un puerto

serial (USB). Las aplicaciones que se puede realizar con Arduino no tienen límite, solo el de la mente de quien lo utiliza. [14]



Figura 3.9. Arduino Mega 2560

Fuente: [14]

b) Sensor de proximidad: Los sensores de proximidad son módulos que se utilizan para detectar la presencia de objetos cercanos sin necesidad de contacto físico. Se utilizan en muchas aplicaciones, tales como sistemas de transporte, pantallas táctiles, sensores de aparcamiento, sistemas de advertencia y dispositivos móviles. [15]



Figura 3.10. Sensor de proximidad

Fuente: [15]

3.6. Factor de diseño

El problema de diseño interviene en las especificaciones del factor de diseño, en ciertos casos no se conocen las condiciones eficaces de servicio, por lo cual el diseñador debe hacer estimaciones conservadoras de las condiciones, es decir, que el diseño resultante estuviera del lado seguro al considerar todas las variaciones posibles. [16]

Según el libro de Mott (2014) se debe aplicar la experiencia de diseño y el conocimiento de las condiciones analizadas para determinar el factor de diseño con el fin de garantizar la seguridad del componente. A continuación, se muestra una guía basada en condiciones promedio para la selección del factor de seguridad.

Tabla 3.5. Factores de seguridad

Forma de carga	Material dúctil	Material Frágil
Estática	$\sigma_d = s_y/2$	$\sigma_d = s_u/6$
Repetida	$\sigma_d = s_y/8$	$\sigma_d = s_u/10$
Impacto o choque	$\sigma_d = s_y/12$	$\sigma_d = s_u/15$

Fuente: [16]

3.7. Fundamentación legal

Es de vital importancia tomar en cuenta las leyes y reglamentos que rigen en nuestro País para garantizar un producto de óptimas condiciones basadas en normas como las mencionadas a continuación.

- **RTE INEN 131:** seguridad e higiene de maquinaria para procesamiento de alimentos.
- **RTE INEN 100:** materiales y artículos plásticos destinados a estar en contacto con los alimentos.
- **CPE INEN-CODEX 1:2013:** especifica los principios generales de higiene de los alimentos.

El objetivo de estas normas es establecer los requisitos de seguridad e higiene, que debe cumplir la maquinaria para el procesamiento de alimentos, con la finalidad de proteger la seguridad, la vida y la salud de las personas, el medio ambiente, y prevenir prácticas engañosas que puedan inducir a error a los usuarios. [17]

4. METODOLOGÍA

4.1. Métodos de investigación

4.1.1. Deductivo

Este método ha sido utilizado con la finalidad de recolectar información mediante de textos, trabajo de tesis y sitios web, con el propósito de obtener una base científica y analítica sobre el diseño (parámetros, estructura y conexión eléctrica) para la propuesta tecnológica de un prototipo automatizado para el pelado de plátano verde.

4.1.2. Analítico

Este método se utilizó para el análisis de los datos obtenidos a través de una pequeña encuesta realizada a los colaboradores que van a emprender el nuevo negocio, con la finalidad de conocer si la propuesta tecnológica sobre el diseño del prototipo e implementación tiene acogida en dicho local. Ver Anexo A.

4.1.3. Sintético

Este método se utilizó con el propósito de reagrupar cada una de las partes recopiladas mediante los métodos anteriormente mencionados para de esta manera analizar de forma general los resultados obtenidos y proceder a la elaboración de las conclusiones finales del diseño del prototipo automatizado para el pelado de plátanos verdes.

4.2. Tipo de investigación

4.2.1. Descriptiva

Se utilizó la investigación descriptiva ya que se considera presentar los hechos tales como son y utilizar esas variables para determinar los requerimientos que desean los clientes potenciales con respecto al diseño e implementación del prototipo automatizado para el pelado de plátanos verdes.

4.3. Operacionalización de variables

Tabla 4.1. Variables

VARIABLES	REFERENCIA CONCEPTUAL	REFERENCIA OPERACIONAL			TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
		Dimensiones	Indicadores	Ítems	
Independiente Diseño e implementación de un prototipo automatizado para el pelado de plátano verde.	El prototipo automatizado permite retirar la cáscara de la pulpa para ello se utilizará equipos y mecanismos autónomos controlados y posterior a ello un análisis de optimización de tiempo y aumento en la producción	Parámetros eléctricos	Voltaje	V	Acondicionamiento de sensor de voltaje
			Corriente	A	Acondicionamiento de sensor de corriente
		Parámetros mecánicos	Velocidad	Rpm	Encoder
			Torque	Lb-ft	Ecuaciones
Dependiente Optimizar tiempo, mayor producción e higiene	La cantidad de plátano pelado será proporcional al aumento de la producción, además se obtiene producto de calidad y alto nivel de higiene, debido a que los materiales serán fabricados en material para alimentos.	Indicadores eléctricos	Rendimiento eléctrico	%	Ecuaciones
			Factor potencia	%	Ecuaciones
		Indicadores mecánicos	Cantidad de producción	Unidad	Cálculo
			Tiempo por unidad	s	Contador

4.4. Alternativas para el diseño de la propuesta

4.4.1. Especificaciones técnicas

Las especificaciones técnicas a tener en cuenta en el diseño de una máquina peladora de plátano verde según los términos de Ingeniería son:

- Vibración
- Consumo de energía
- Tasa de pelado
- Revolución y potencia del motor
- Números de controles para operar
- Tamaño y peso de la máquina
- Reducción de tiempo, aumento de producción. [18]

4.4.2. Necesidades y especificaciones requeridas

Para establecer las necesidades y especificaciones requeridas por el usuario se procede a describir las características que tendrá la máquina para descascarar plátano verde.

- Bajo costo de implementación
- Fácil instalación
- Fácil maniobrabilidad
- Fácil transporte
- Fácil mantenimiento
- Adecuado desprendimiento de la cáscara
- Sea rápida
- Pueda incorporar mayor número de áreas de descascarado
- Utilice un control robusto
- No sea ruidoso

Una vez definido las necesidades y requerimientos del usuario, se procede a la elaboración de la matriz de métricas, con la finalidad de obtener los requerimientos técnicos para satisfacer dichas necesidades. [19]

4.4.3. Requerimientos técnicos

Analizando la matriz de métricas, se consigue obtener las características que debe tener la máquina para realizar la selección de los componentes

Tabla 4.2. Características del prototipo

N°	Métrica	Unidad	Valor
1	Voltaje de alimentación	V	110-220
2	Dimensiones del prototipo	m	1,1 x 0,70 x 1,38
3	Peso de la maquina	Kg	75
4	Fuerza del motore	Hp	1/2
5	Velocidad de motores	cm/s	ND
6	Número de entradas del controlador		2-5
7	Nivel ruido	dB	55-62
8	Estructura acero inoxidable	-	-
9	Temperatura de trabajo	°C	0-25
10	Número de puestos de trabajo	-	3
11	Velocidad de trabajo	Plátano/min	5

Fuente: [19]

4.5. Método de evaluación

Para establecer una tentativa de selección se realiza un análisis comparativo entre las características de los posibles elementos a utilizar, para ello se utiliza escalas de ponderación de acuerdo al nivel de aceptación de los parámetros establecidos

Tabla 4.3. Escala de ponderación

Calificación	Porcentaje (%)	Desempeño Relativo
1	<20	Pésimo
2	20 -40	Peor
3	40-60	Igual
4	60-80	Mejor
5	80-100	Óptimo

Fuente: [20]

4.5.1. Sistema mecánico

El diseño mecánico, representa a todas las partes que sirven como soporte de los diferentes elementos que intervienen el proceso de descascarar el plátano verde, además debe soportar el peso del producto llenado en la bandeja de depósito.

a) Mecanismo para el pelado

Para el pelado del plátano verde se diseñará algunos mecanismos para su posterior prueba, como se observa en la tabla 4.4.

Tabla 4.4. Pruebas de selección para el sistema de corte









Mecanismo	Alternativa	Función	Resultados	Producto final
Sistema de corte	Cuchillas rotativas 	Consiste en un juego de cuchillas paralelas suspendidas al contorno de un disco giratorio conectados a un motor, a medida que este gire se ingresa el plátano por el orificio superior, permitiendo q a su paso las cuchillas rebanen la cascara de su exterior	Corte con mucho desperdicio de comida, el mecanismo no se amolda a la forma del plátano	
	Cuchillas fijas 	En un tubo de diámetro con relación al grosor del plátano es afilado a su contorno permitiendo mediante el empuje por medio de dos rodillos en su parte superior al producto, dando como resultado mediante la presión ejercida al plátano el descascarando sin importar la forma del producto	Cortes de una forma longitudinal al plátano por la mitad, o ningún corte por ser de menos grosor el producto.	
	Cuchillas desplazables 	Cuatro cuchillas localizadas al contorno de un disco con ayuda de resortes para su desplazamiento lineal para amoldarse al producto al ser ingresado por la parte superior.	Cortes desiguales a medida que el plátano se queda incrustado en una o varias cuchillas, dando como resultado un descascarado desigual	
	Cuchillas por desplazamiento lineal 	Consiste en un mecanismo biela manivela, acoplada una cuchilla a su extremo con un palpado que ayuda a no sobrepasar del grosor de pelado este cortara linealmente mientras el plátano gira sobre un eje.	Descascarado uniforme	

Tabla 4.5. Selección de mecanismos de cuchilla

Mecanismos	Alternativa	Ponderación	Decisión
Pelado de plátano verde	Cuchillas rotativas	5%	No
	Cuchillas fijas	20%	No
	Cuchillas desplazables	30%	No
	Cuchillas por desplazamiento (Biela Manivela)	45%	Sí

b) Estructura principal

La estructura principal es la que va soportar a todos los elementos, como los motores, mecanismos de pelado de plátano verde, entre otros. Para lo cual se debe diseñar en materiales resistentes, para el diseño se analiza las siguientes alternativas.

- Perfiles en acero inoxidable AISI 304
- Perfiles en aluminio

Tabla 4.6. Características de perfiles para la estructura

		
	Perfiles en Acero inoxidable AISI 304	Perfiles en Aluminio
Resistencia	Es muy resistente a diferente esfuerzo ya que posee una dureza Brinell de 160- 190	No es resistente como el acero.
Corrosión	Debido a su bajo contenido de carbono otorga una mejor resistencia a la corrosión en estructuras soldadas	Tiene una alta resistencia a la corrosión, debido a que presenta una capa protectora en la superficie.
Propiedad térmica	Alcanza altas temperaturas antes de llegar al punto de fusión	Puede volverse muy suave a temperatura mayor que 400°C.
Soldadura	Fácil soldadura	Más complicado de soldar
Efecto en alientos	Es menos reactivo que el aluminio	Se utiliza en alimentos, pero puede alterarse el color y sabor
Conductividad térmica	No es buen conductor de calor	Presenta una mejor conductividad térmica
Practicidad	Es totalmente diferente al aluminio debido a su resistencia al deterioro.	Es bastante suave de mecanizar
Costo	Accesible económicamente	Costo mucho más accesible por el diseñador.

Fuente: [21]

Selección de los perfiles para la estructura

Se procede a evaluar los perfiles idóneos en base a los criterios de selección y sistema de puntuación establecidos anteriormente.

Tabla 4.7. Selección de los perfiles

		A		B	
		Perfil de acero		Perfil en aluminio	
Criterios de selección	Peso	Calificación	Evaluación ponderada	Calificación	Evaluación ponderada
Resistencia	25%	5	1,25	2	0,5
Corrosión	10%	5	0,5	3	0,3
Propiedad térmica	10%	5	0,5	2	0,2
Soldadura	10%	4	0,4	2	0,2
Efectos en alimentos	30%	5	1,5	3	0,9
Practicidad	15%	4	0,6	3	0,45
Total	100%		5,25		2,55
Lugar			1		2

Explicación: Como se puede observar en la alternativa A es la más óptima debido a que presenta mejores características ante la corrosión, siendo adecuado para estar en contacto con los alimentos, fácil soldadura y resistencia a grandes esfuerzos. Ver Anexo B y C.

c) Motores

Para iniciar el movimiento de los diferentes mecanismos es necesario la utilización de motores, los cuales proveen la fuerza mecánica necesaria para cumplir dicho objetivo, debido a esto es necesario analizar dos tipos:

- **Motor ac:** Este tipo de motores son de rotación continua, esto quiere decir que una vez conectado la fuente de alimentación comenzará a girar hasta que se desconecte. El control de velocidad es mediante la modulación por ancho de pulso, generalmente están diseñados para trabajar con altas RPM
- **Motorreductor:** Un motorreductor es un reductor de velocidad con un motor directamente conectado. este tipo de motor trabaja a velocidades bajas, es decir bajas RPM. Los Motorreductores están disponibles con motores de C.A., motores de C.D.

Para el control de estos elementos es necesario tener un controlador o drivers.

Tabla 4.8. Características de motor

	Motorreductor	Motor ac
Control	Velocidad	velocidad
Velocidad	Baja	Alta
Fuente de Alimentación	9-24 Vcc / 120 Vca	120 Vcc
Grados de rotación	-	-
Temperatura	Bajas	Altas
Peso	Ligeros	Pesados
Costo	Accesible	Accesible

Fuente: [22]

Explicación: De igual manera se efectúa una ponderación de acuerdo a las características que presenta cada uno de los motores, como se observa.

Tabla 4.9. Ponderación de motores


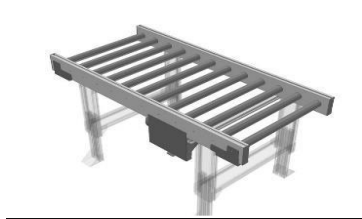
		Alternativas			
		A	B		
		Motorreductor	Motor ac		
Criterios de selección	Peso	Calificación	Evaluación Ponderada	Calificación	Evaluación ponderada
Control	20%	3	0,6	4	0,8
Velocidad	20%	3	0,6	4	0,8
Fuente de Alimentación	10%	3	0,3	3	0,3
Grados de rotación	10%	3	0,3	5	0,5
Temperatura	5%	4	0,2	4	0,2
Peso	5%	5	0,25	3	0,15
Costo	30%	5	1,5	2	0,6
Total	100%	3,75	3.35		3,35
Orden		1			2

Explicación: Como se observa la alternativa A es la más idónea debido al costo que presenta la adquisición de un motor paso a paso de alto torque. Ver Anexo L y M.

d) Banda transportadora: El traslado del producto a posteriores etapas, es un problema que se presenta al obtener producto procesado en gran cantidad, para ello es necesario contar con un sistema rápido de transporte como lo es el caso de las bandas transportadoras, para ello es necesario analizar el tipo de cinta a utilizar ya que se estará trabajando con alimentos. Se puede observar las características que presentan dos tipos

de bandas transportadoras existentes en el mercado, la banda transportadora por rodillos y la banda transportadora de cinta

Tabla 4.10. Tipo de bandas trasportadoras

		
	Banda transportadora de cinta	Banda transportadora por rodillos
Control de posición	SI	NO
Velocidad	Alto	Medio
Fuente de Alimentación	120 - 220 V AC	120 - 220 V AC
Tipo	Modular	Malla metálica
Accionamiento	Motores	Motores
Peso	Ligeros	Pesados
Costo	Alto costo	Alto costo
Tipo de transporte de producto	Productos solidos	Productos a granel

Fuente: [23]

Explicación: A continuación, se realiza la ponderación con el fin de determinar la alternativa correcta

Tabla 4.11. Ponderaciones alternativas para el sistema de transporte

Criterios de selección	Alternativas				
	Peso	A Banda transportadora de cinta		B Banda Transportadora de rodillo	
		Calificación	Evaluación Ponderada	Calificación	Evaluación Ponderada
Control de posición	20%	5	1,0	4	0,8
Velocidad	20%	4	0,8	5	1,0
Fuente de Alimentación	10%	3	0,3	3	0,3
Tipo	10%	3	0,3	4	0,3
Accionamiento	10%	4	0,4	4	0,4
Peso	5%	5	0,25	4	0,2
Costo	5%	4	0,2	4	0,2
Tipo de transporte de producto	20%	3	0,6	5	1,0
Total	100%		3,85		4,2
Orden			1		2

Explicación: La mejor alternativa para el transporte del producto es la alternativa B, debido a que tiene características importantes para este trabajo como el tipo de producto

a transportar, además la velocidad es baja lo cual hace idóneo para trasladar el plátano verde pelado hacia el demás proceso.

4.5.2. Sistema de control

El sistema de control cumple con la función de administrar de la manera más adecuada a todos los dispositivos mediante sus entradas y salidas las cuales estarán conectados a los diferentes sensores, actuadores.

a) Controladores

Con el propósito de determinar la mejor alternativa de solución, se ha analizado dos controladores que cumplen con las características necesarias para la ejecución de la propuesta tecnológica.

- Arduino industrial
- PLC siemens logo 230rc

A continuación, se puede observar las características más representativas obtenidas

Tabla 4.12. Características de controlador

	Logo 230rc	Arduino mega
Canales de E/S digitales	6 entradas y 4 salidas	4 entradas, 2 canales PWM, 3 contactos E/S digitales
Voltaje	120 - 230 V AC	5 V DC
Compatibilidad con módulos y sensores	SI	Si
Procesador	CPU 1211C	A T mega 32u4
Trabajar con base de datos	NO	NO
Memoria	1 Mb interna SDcard	256 Kb interna SDcard
Programación	Ladder	Arduino
Dimensión	72x90x55 mm	71,5 x 87 x 58 mm
Peso	190 g	46 g

Fuente: [24]

Con la finalidad de determinar el controlador adecuado para la realización de prototipo automatizado se procede evaluar en base a los parámetros establecidos anteriormente. Ver Anexo I.

Tabla 4.13. Ponderación de controladores



Alternativas					
A			B		
Logo 230rc			Arduino mega		
Criterios de selección	Peso	Calificación	Evaluación Ponderada	Calificación	Evaluación Ponderada
Canales de E/S digitales	20%	4	0.8	5	1.00
Voltaje	20%	4	0.8	5	1.00
Compatibilidad con módulos y sensores	10%	3	0.3	3	0.3
Procesador	10%	3	0.3	4	0.4
Trabajar con base de datos	10%	4	0.4	4	0.4
Memoria	10%	3	0.3	4	0.4
Programación	20%	3	0.6	5	1.0
Total	100%		3.5		4,5
Orden			1		2

Explicación: Como se observa, la alternativa B es la mayor ponderada debido a que el dispositivo presenta características que se adaptan al medio, como lo es el tipo de alimentación, programación y el número de entradas/salidas.

b) Sensores

Se utiliza para conocer si el producto es introducido en el mecanismo de pelado, además es el encargado de accionar la banda transportadora, con el fin de evitar que la misma permanezca encendida, se presenta el sensor de proximidad y el sensor final de carrera.

Tabla 4.14. Tipos de sensores

		
	Sensor de proximidad	Final de carrera
Distancia de detección	Alto	Debe estar en contacto
Voltaje	5 V CD	5 V DC
Posición de detección	Estable	Estable
Objetos opacos	Forma, color, material	Forma, material
Potente de haz	Alto	Ninguno
Dimensión	Pequeño	Pequeño
Peso	20g	40g

Fuente: [25]

Explicación: Para obtener la mejor alternativa se procede a evaluar cada uno de los sensores de acuerdo a las características que presentan.

Tabla 4.15. Ponderación de sensores

Alternativas					
		A		B	
		Sensor de posición		Final de carrera	
Crterios de selección	Peso	Calificación	Evaluación Ponderada	Calificación	Evaluación Ponderada
Distancia de detección	30%	1	0,3	5	1,5
Voltaje	10%	5	0,5	5	0,5
Posición de detección	10%	4	0,4	4	0,4
Objetos opacos	20%	3	0,6	4	0,8
Potente de haz	10%	1	0,1	4	0,4
Dimensión	10%	4	0,4	2	0,2
Peso	10%	4	0,4	4	
Total	100%		2,7		4,2
Orden			2		1

El sensor a utilizar será a un final de carrera que corresponde a la alternativa A, ya que presenta mejores características como por ejemplo permite estar en contacto con el producto para ser accionado.

4.6. Descripción de las partes del prototipo

Para la etapa de diseño se procede a modelar cada uno de sus partes como la estructura, mecanismos de pelado del plátano verde y la banda transportadora; para ello se ha utilizado un software de dibujo asistido por computador (CAD) el cual ayuda a optimizar el material a utilizar y con ello evitar gastos excesivos. De igual manera se realiza el diseño del sistema eléctrico y de control, se utilizará un control de lazo abierto debido a que no existe realimentación del plátano descascarado una vez que el producto cae de la banda transportadora a las cubetas, continúa sin retorno.

4.6.1. Estructura principal

La estructura principal es el chasis del prototipo, es decir en donde se sostiene a los elementos que la constituyen, estará construida en acero inoxidable AISI 304 y sus medidas son 750 largo x 600 ancho x 855 alto (mm) como se observa en la figura 4.1.

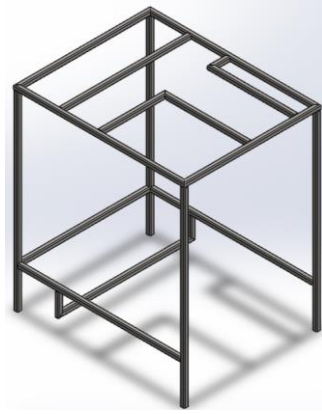


Figura 4.1. Estructura principal

4.6.2. Carcasa

La carcasa es utilizada como protección de los elementos eléctricos y mecánicos internos del prototipo, evitando así el contacto con el operador, se construye en láminas de acero inoxidable AISI 304 de 1 mm de espesor como se observa en la figura 4.2.

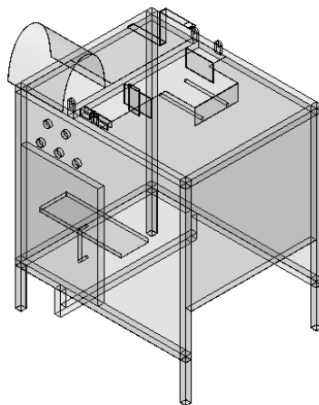


Figura 4.2. Carcasa

4.6.3. Mecanismo para descascarado

Consta de un filo cortante que desplazado por un sistema de biela-manivela que permite desprender la cascara del plátano en forma de tiras, su diseño es desmontable ya que debe ser reemplazada cada cierto tiempo para evitar disminuir la eficiencia de la máquina, se construye en acero inoxidable AISI 304, su área de corte está en función del plátano verde que está alrededor de 15 mm, como se observa en la figura 4.3.

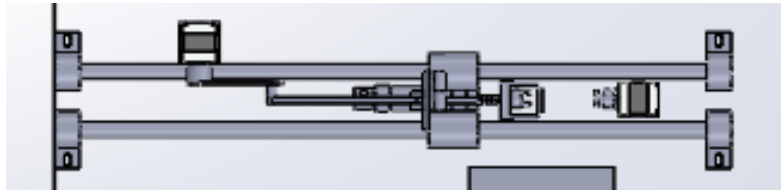


Figura 4.3. Mecanismo para el pelado

4.6.4. Banda transportadora

Se utiliza para trasladar el producto desde las cuchillas de descascarado hasta las cubetas y posterior a ello transferir a la siguiente etapa que es el secado, está basado en un diseño que permite su fácil limpieza, se construye las guías en acero inoxidable AISI 304 y una banda de caucho como se observa en la figura 4.4.

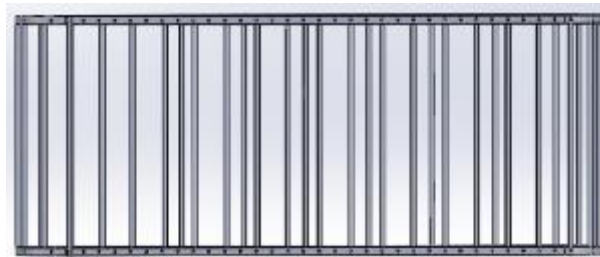


Figura 4.4. Banda Transportadora

4.6.5. Clasificador plátano-cáscara

Permite retirar la cáscara con el fin de no mezclar con el producto, está diseñada de tal forma que permite deslizar el producto hacia la banda transportadora facilitando este proceso, se construirá en acero inoxidable AISI 304, presenta una forma de resbaladera como se observa en la figura 4.5.

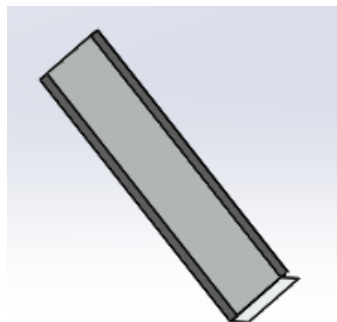


Figura 4.5. Clasificador Plátano-Cáscara

4.6.6. Guías

Permiten el movimiento del mecanismo de descascarado, están contruidos en acero inoxidable AISI 304 con un diámetro de 19,2 mm como se observa en la figura 4.6.

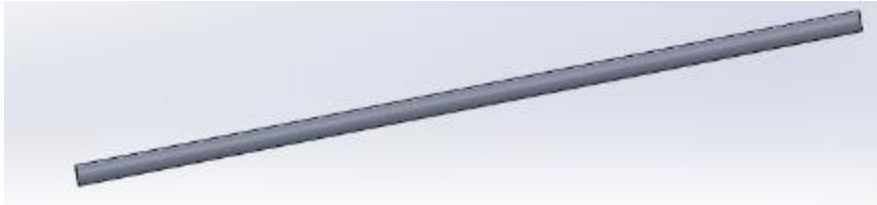


Figura 4.6. Guía

4.7. Diseño y cálculo de elementos mecánicos

El prototipo automatizado de pelado de plátano verde deberá abastecer una producción de 400 kg por día, es decir deberá descascarar 2 cubetas de 25 kg por cada hora de trabajo, con el fin de abastecer la demanda total de la siguiente etapa que es el corte.

Debido a que el prototipo estará en contacto directo con el producto se debe utilizar materiales que no sean contaminantes según lo establece la norma INEN RTE 131, misma que indica que se debe trabajar con aceros inoxidables y materiales que no transfieran olores, sabores, colores y ningún tipo de partículas que pongan en peligro la salud del ser humano.

El mecanismo de descascarado consta de un sistema biela-manivela que permite el desplazamiento de la cuchilla a lo largo del plátano, permitiendo cubrir todo contorno gracias a un motor paso a paso que realiza un giro de 360°; el mecanismo de transporte del producto hacia las cubetas se lo realiza por medio de una banda transportadora de cadena.

4.7.1. Análisis estático de la estructura principal

Para realizar esta tarea se utiliza un software de diseño asistido por computador CAD, el mismo que permite aplicar las diferentes fuerzas que actúan sobre la estructura, con el fin

de determinar el factor de seguridad adecuado para que no falle ante los diferentes esfuerzos, en la figura se observa la deformación obtenida mediante el software Inventor.

4.7.2. Diseño de ejes

Serán utilizados como dispositivos mecánicos que transmiten un movimiento rotacional y de potencia, la misma que se obtiene desde un motor eléctrico. Para el diseño de los ejes de la banda transportadora se debe tener conocimientos de análisis de esfuerzos con el fin de obtener las gráficas de momento cortante y torsión.

4.7.3. Fuerzas ejercidas sobre el eje del mecanismo de descascarado

A continuación, se detalla el análisis de fuerzas sobre el eje, considerando únicamente los elementos y cargas que están directamente sobre el eje. Es necesario especificar un material adecuado para el eje mostrado en la figura siguiente el eje se asume un diámetro de 16 mm sobre el que se desplaza una corredera producto de un motorreductor de 1 hp que gira a 120 rpm, las fuerzas que se observa en la figura 4.7 corresponden a la fuerza necesaria para introducir el plátano a través de las cuchillas de pelado, los elementos montados sobre el eje se fijan por medio de una cuña, los cojinetes actúan como apoyos simples para el eje.

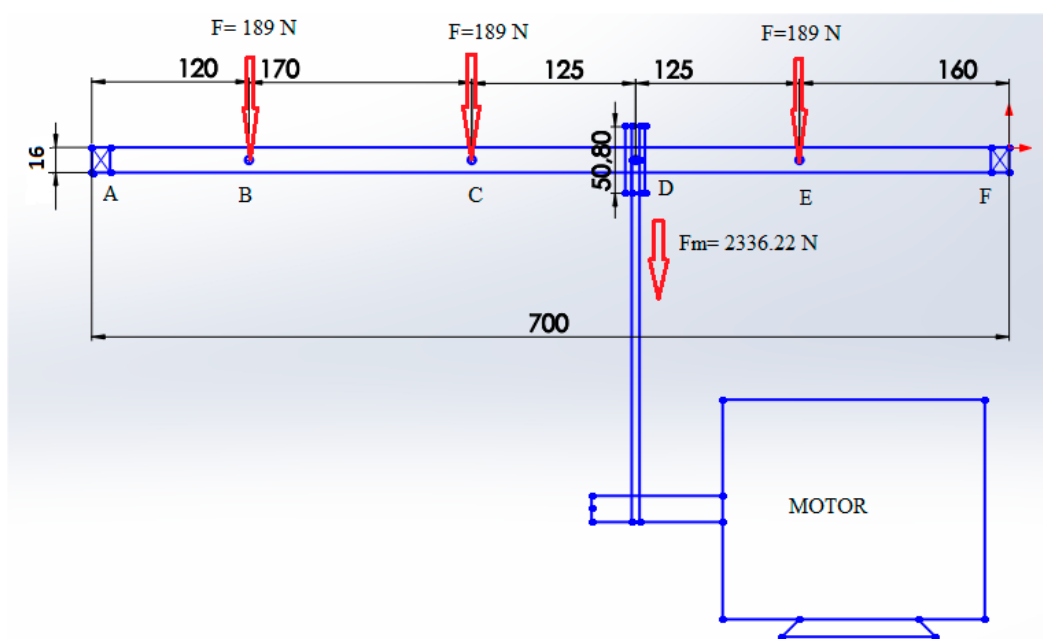


Figura 4.7. Fuerzas en el eje de pelado

Según establece [26] se debe aplicar la fórmula 1 para la potencia, la misma que ayuda a determinar la fuerza transmitida por el motor hacia el eje.

$$P = T \cdot n \quad (1)$$

Donde:

P: Potencia del motor

T: Torque

n: Revolución por minuto

$$n = \frac{120rev}{min} = \frac{4\pi rad}{s}$$

$$1Hp = 746 \frac{N \cdot m}{s}$$

$$T = \frac{P}{n} = \frac{746 N \cdot m/s}{4\pi rad/s}$$

$$T = 59.34 N \cdot m$$

Para realizar los diagramas de momentos de debe tener el valor de todas las fuerzas para

$$T = Fm \cdot d \quad (2)$$

Donde:

Fm: Fuerza de transmisión por el motor

D: Distancia

lo cual [26] establece la fórmula para el torque (T).

$$Fm = \frac{T}{d} = \frac{59.34 N \cdot m}{0.0254m}$$

$$Fm = 2336.22 N$$

Realizar la sumatoria de todas las fuerzas (Ft) que actúan sobre el eje.

$$Ft = 3F + Fm$$

$$Ft = 3(189N) + 2336.22N$$

$$Ft = 2903.22N$$

Para seleccionar el material adecuado para el eje se utilizará la teoría de esfuerzos normales y cortantes combinados.

Cuando ocurre un esfuerzo de tensión o compresión provocado por flexión en el mismo lugar donde ocurre un esfuerzo cortante, las dos clases de esfuerzos se combinan para producir un esfuerzo cortante mayor. [26]

$$T_e = \sqrt{M^2 + T^2} \quad (3)$$

$$T_{max} = T_e * kt / Z_p \quad (4)$$

$$Z_p = \pi D^3 / 16 \quad (5)$$

$$Td = S_y / 2N \quad (6)$$

Donde:

T_e : Torsión equivalente

T_{max} : Concentración de tensiones

Kt : Constante de la cuña

M : Momento flexión

T : Momento torsión

Z_p : Modulo de la sección polar

D : Diámetro

N : Factor de diseño

Como primer paso se debe realizar el diagrama de momentos como se expresa a continuación.

$$\sum M_A = 0$$

$$F_B * d + F_C * d + F_D * d + F_E * d - F_F * d = 0$$

$$189N * 0.12m + 189N * 0.29m + 2336.22N * 0.415m + 189N * 0.54 - F_F * 0.7 = 0$$

$$1149.08$$

$$F_F = 1641.54 N$$

$$F_A = 1261.46 N$$

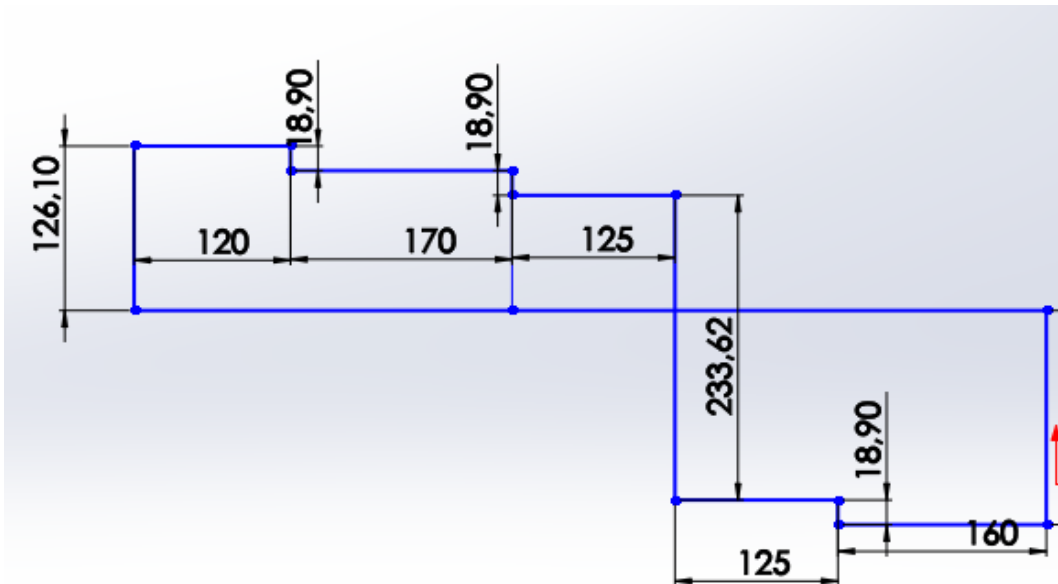


Figura 4.8. Diagrama de fuerzas

Calcular el área con el fin de encontrar el diagrama de momento.

$$A_1 = 1261.46 N * 0.12m$$

$$A_1 = 151.38N.m$$

$$A_2 = 1072.46N * 0.17m$$

$$A_2 = 182.31N.m$$

$$A_3 = 883.46N * 0.125m$$

$$A_3 = 110.43N.m$$

$$A_4 = 1452.76N * 0.125m$$

$$A_4 = 181.595N.m$$

$$A_5 = 1641.54N * 0.16m$$

$$A_5 = 262.52N.m$$

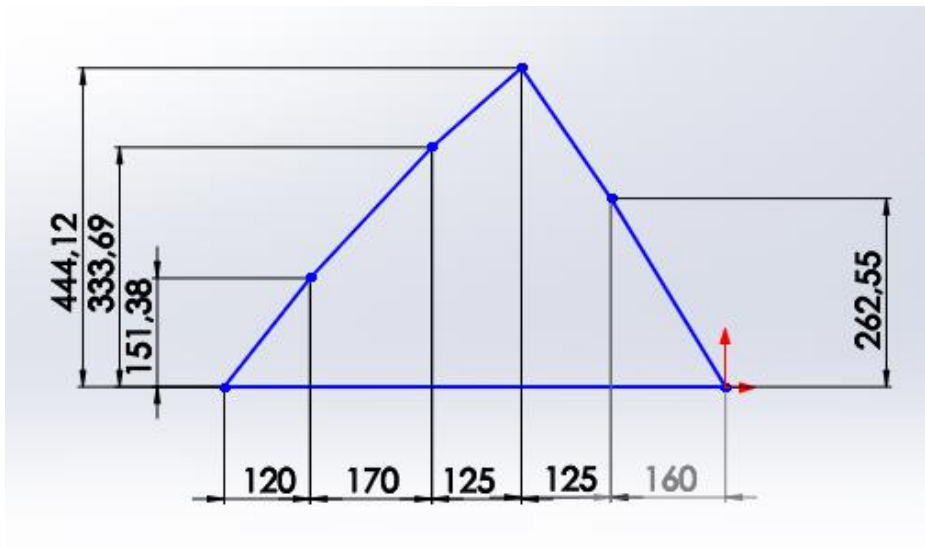


Figura 4.9. Diagrama de momentos

Reemplazando en la fórmula 3.

$$T_e = \sqrt{M^2 + T^2}$$

$$T_e = \sqrt{(444.12)^2 + (59.34)^2}$$

$$T_e = 3965.36$$

Reemplazando en la fórmula 5.

$$Z_p = \pi D^3 / 16$$

$$Z_p = \pi(0.0192m)^3 / 16$$

$$Z_p = 0.0000013897 m^3$$

Para poder calcular la fórmula 4 se debe determinar el valor de kt de acuerdo a la figura 4.10.

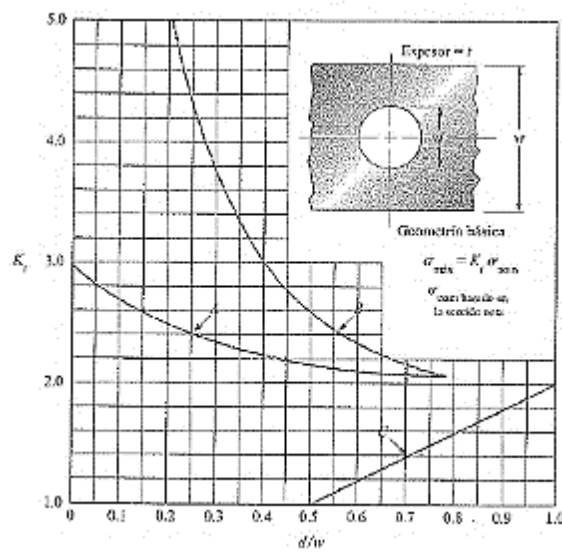


Figura 4.10. Grafica de valores de kt

Fuente: [26]

$$T_{max} = T_e * kt / Z_p$$

$$T_{max} = \frac{3965.36N.m * 1.6}{0.0000013897m^3}$$

$$T_{max} = 4.57GPa$$

$$T_{max} = T_d = S_y / 2N$$

$$S_y = 4.57GPa * 2(4)$$

$$S_y = 36.56 MPa$$

Una vez determinado el valor de S_y se busca un material de mayor o igual valor, para este caso se elige un acero inoxidable AISI 304 que tiene un valor de $S_y = 190 \text{ GPa}$, el cual cumple satisfactoriamente ante los esfuerzos producidos en el mecanismo de descascarado.

Se puede utilizar otro material con menor S_y pero para este caso la norma INEN RTE 131 establece que se debe trabajar con materiales no tóxicos debido a que está en contacto con los alimentos, además el diámetro de los rodamientos no permite disminuir el diámetro del eje, esto hace que se tenga un factor de seguridad elevado.

4.7.4. Fuerzas ejercidas sobre el eje de la banda transportadora

A continuación, se detalla el análisis de fuerzas sobre el eje, considerando únicamente los elementos y cargas que están directamente sobre el eje.

Es necesario especificar un material adecuado para el eje mostrado en la figura 26, el eje se asume un diámetro de 12 mm y gira a 50 rpm producto de la potencia de 25 W de un motor eléctrico dc, las fuerzas que se observa en la figura 26 corresponden a la fuerza necesaria para mover la banda transportadora con el plátano descascarado a máxima carga, los elementos montados sobre el eje se fijan por medio de una cuña, los cojinetes actúan como apoyos simples para el eje.

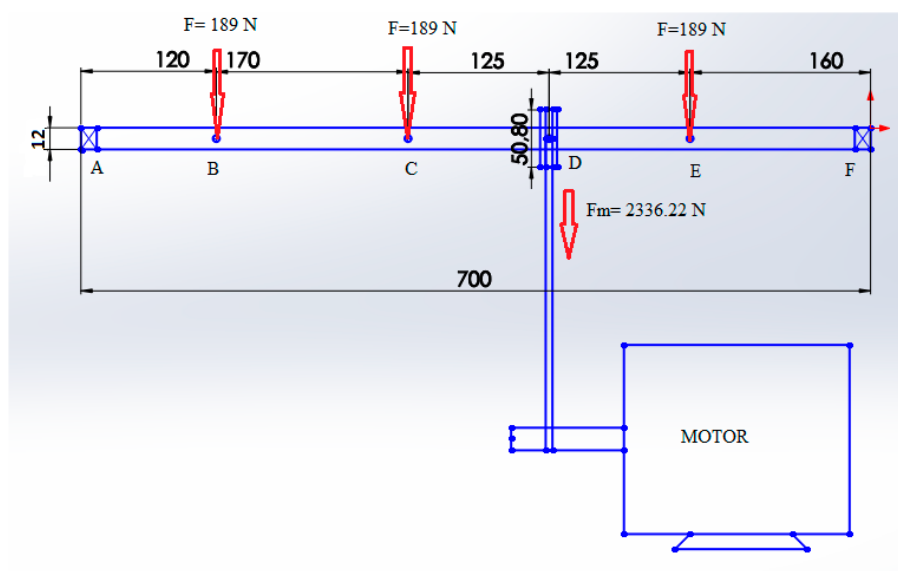


Figura 4.11. Fuerzas en el eje de banda transportadora

Se trabaja con la fórmula 1.

$$P = T.n \quad (1)$$

Despejamos de la ecuación 1.

$$T = \frac{P}{n} = \frac{25 \text{ N.m/sg}}{4\pi \text{ rad/sg}}$$

$$T = 1.98 \text{ N.m}$$

Para Determinar la fuerza se despeja de la fórmula 2.

$$T = Fm.d \quad (2)$$

$$Fm = \frac{T}{d} = \frac{1.98 \text{ N.m}}{0.0254\text{m}}$$

$$Fm = 77.95 \text{ N}$$

Realizar la sumatoria de todas las fuerzas (Ft) que actúan sobre el eje.

$$Ft = F + Fm$$

$$Ft = (784\text{N}) + 77.95 \text{ N}$$

$$Ft = 861.95 \text{ N}$$

Para determinar el tipo de material se procede de la misma manera que para el eje del mecanismo de descascarado, con la diferencia que se aplican las fuerzas que actúan sobre el eje de la banda transportadora como se observa en la figura 25.

Para este caso se utilizará un eje de acero inoxidable AISI 304 mismo que tiene un alto grado de resistencia a la sedancia $S_y=190 \text{ GPa}$, de la misma manera el limitante del diámetro son los rodamientos ya que no se puede disminuir debido a la carga que soporta cada uno de ellos.

4.7.5. Selección de rodamientos

Los rodamientos se utilizarán para soportar cargas y a la vez permitir el movimiento rotatorio de los ejes, tanto para el mecanismo de descascarado, así como para las catalinas de la banda transportadora.

En la figura 4.12 se muestra la clasificación de los rodamientos según la carga a soportar.



Tipo de rodamiento	Gráfico	Capacidad de carga radial	Capacidad de carga de empuje
Una hilera de bolas con ranura profunda		Buena	Regular
Doble hilera de bolas, ranura profunda		Excelente	Buena

Figura 4.12. Comparación de tipos de rodamientos

Fuente: [27]

Para el mecanismo de la banda transportadora las cargas a soportar son de tipo radial es decir que actúan hacia el centro del rodamiento, las mismas que son producidas por los elementos de transmisión, para este caso se utilizara una hilera de bolas con ranura profunda.

Para la selección del rodamiento sometido a carga radial se especifica la carga de diseño que actúa sobre el mismo, para lo cual [26] utiliza la siguiente formula.

$$P = VR \quad (7)$$

Donde:

P: Carga equivalente

V: Factor de rotación, tiene valor 1 si gira la pista interior o 1.3 si gira la pista exterior.

R: Carga radial

La capacidad de carga dinámica básica C, para un rodamiento que soporta una carga P se determina con la siguiente formula.

$$C = PfL/fN \quad (8)$$

Donde:

f_L :factor de duracion

f_N : factor de velocidad

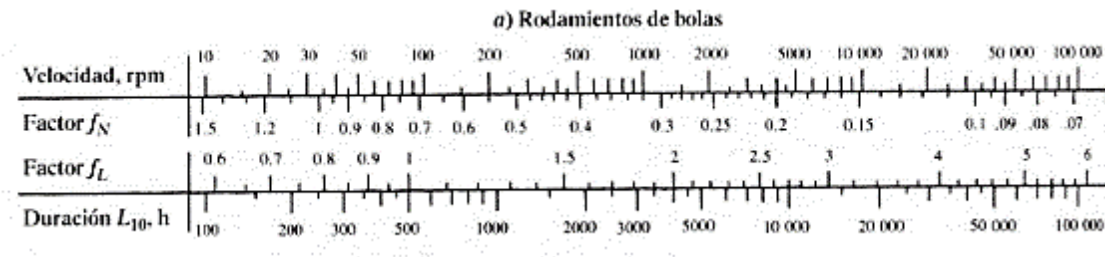


Figura 4.13. Parámetros para f_L y f_N

Fuente: [27]

4.7.6. Selección de rodamiento de la banda transportadora

El rodamiento a utilizar en la fecha que permite el giro de la banda transportadora solo soporta cargas axiales para lo cual se utiliza los datos de la tabla 4.16.

Tabla 4.16. Valor del rodamiento de la banda transportadora

	Descripción	Valor
R	Carga radial	861.95
V	Factor por rotación	1
P	Carga equivalente	861.95
f_L	Factor por duración (10000)	2.4
f_N	Factor de velocidad	0.65
C	Capacidad de carga	11520.81
Bajo esta carga se seleccionó un rodamiento de bolas de una hilera y ranura profunda S6302 y una capacidad de carga de 11400 N. Ver Anexo E		

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Resultados de la encuesta realizada.

En este literal se definen los resultados obtenidos en las encuestas realizadas a los colaboradores que van a emprender el nuevo negocio, con la finalidad de continuar con el tema **“DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN PROTOTIPO AUTOMATIZADO PARA EL PELADO DE PLÁTANO VERDE”**

A continuación, se detallan las preguntas realizadas en la encuesta.

1. ¿Cuántos kilogramos de plátano se pela al día?

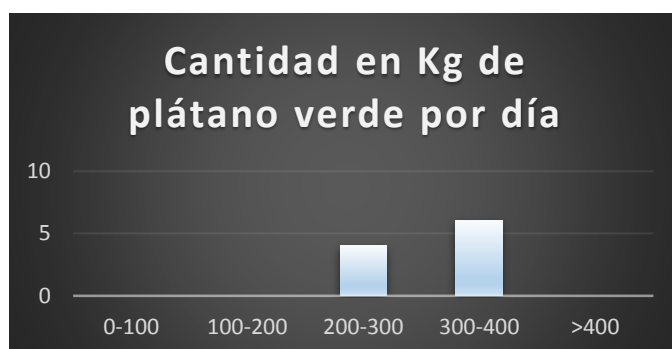


Figura 5.1. Resultado Encuesta, Pregunta 1

Los datos obtenidos muestran que el mayor número de personas que descascara plátano verde lo hacen en una cantidad entre 300-400 Kg por día, motivo por el cual el prototipo a construir debe superar esta cantidad para tener aceptación dentro de esta actividad.

2. ¿Qué tipo de plátano se va a pelar?

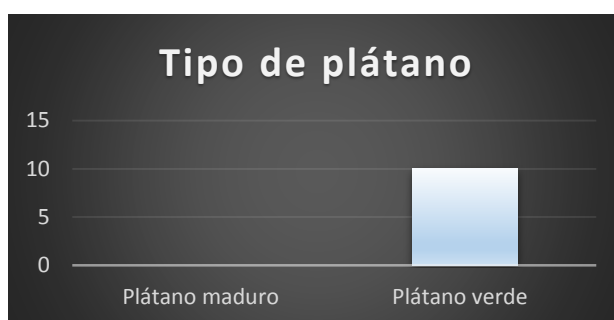


Figura 5.2. Resultado Encuesta, Pregunta 2

El 100% de las personas indican que se va apelar únicamente plátano verde, debido a que en este punto la fruta es adecuada para obtener derivados como en este caso son los chifles, es por esta razón que el prototipo se centra únicamente en descascarar plátano verde y no en estado maduro de la fruta.

3. ¿En qué forma se realiza el descascarado de plátano?

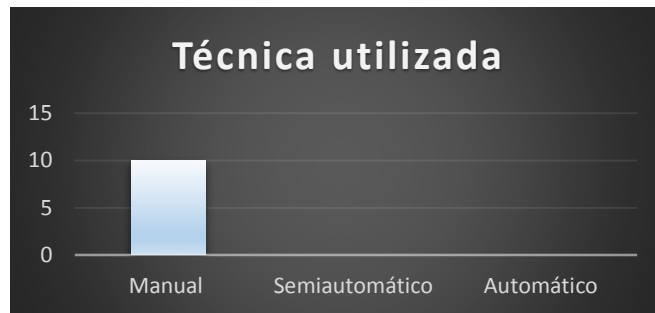


Figura 5.3. Resultado Encuesta, Pregunta 3

Todas las personas concuerdan que lo hacen de forma manual, debido a que no tienen máquinas que puedan realizar de forma correcta este proceso, es por ello que se ha propuesto diseñar e implementar un prototipo automatizado que les permita realizar esta actividad con el fin de mejorar su producción.

4. ¿En alguna ocasión ha utilizado una máquina automática para descascarar plátano verde?

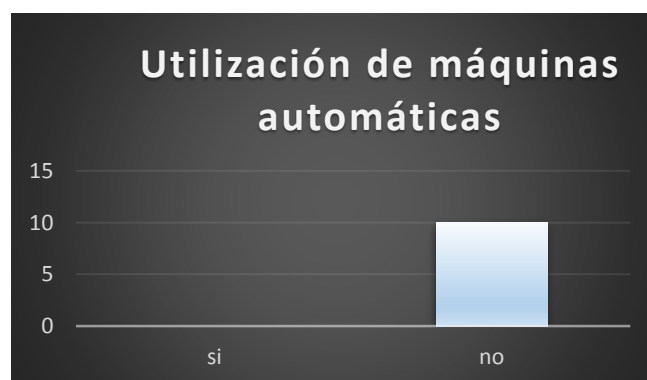


Figura 5.4. Resultado Encuesta, Pregunta 4

El 100% de las personas encuestadas manifestaron que desconocían de una maquinaria que realice esta actividad es por ello que se limitaron a trabajar de forma manual.

5. **¿Implementaría Ud. Máquinas automatizadas para mejorar la producción?**

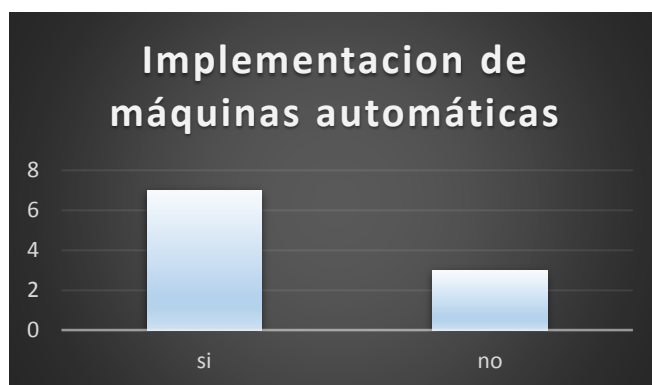


Figura 5.5. Resultado Encuesta, Pregunta 5

El 70% de las personas encuestadas le interesa a modo de prueba un prototipo para realizar esta actividad, ya que no estarían dispuestos a invertir mucho dinero en maquinaria que no esté bajo pruebas técnicas de funcionamiento, el otro 30% definitivamente está acostumbrado a realizar esta actividad de forma manual y no le interesa realizar cambios.

6. **¿En qué porcentaje piensa usted que mejoraría la producción de su negocio al implementar una máquina para el descascarado de plátano verde?**

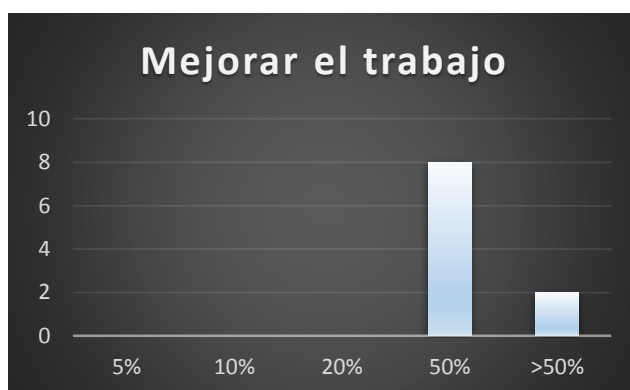


Figura 5.6. Resultado Encuesta, Pregunta 6

El 80% de las personas interesadas en implementar un prototipo están de acuerdo que al mejorar en un 50% aumentaría su producción y lograría mejores ingresos, además evitaría el esfuerzo físico y mental de los trabajadores al incorporar maquinaria que realiza tareas repetitivas.

7. ¿Cuál o cuáles piensa Ud. que son los principales inconvenientes para implementar máquinas automáticas en su negocio?

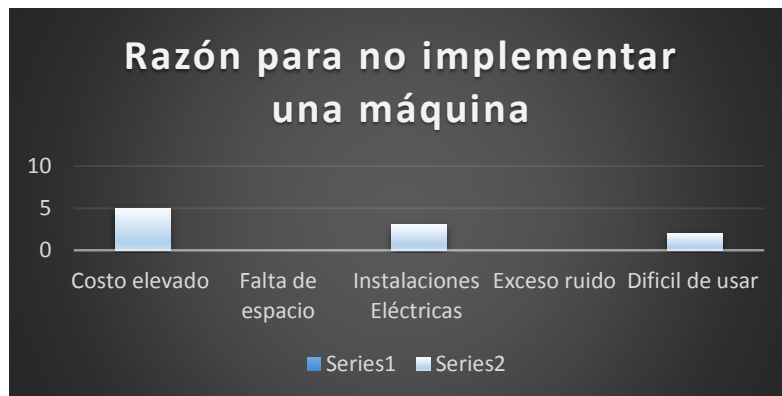


Figura 5.7. Resultado Encuesta, Pregunta 7

El 50% de las personas afirman que uno de los inconvenientes más significativos es el costo elevado de las máquinas, además de no tener un proveedor que pueda importarlas, el 30% de las personas no pueden acceder a una máquina por la falta de instalaciones, y un 20% no las incorpora por temor al uso de nueva tecnología.

5.2. Análisis de resultados de las pruebas del prototipo

5.2.1. Prueba de posicionamiento y sujeción de plátano verde

Para lograr una sujeción correcta del plátano verde es necesario cortar los extremos del plátano como se muestra en la figura 5.8.



Figura 5.8. Plátano cortado los extremos

El ciclo parte con la extensión del actuador 1 que va desde la posición A0 hasta la posición A1, durante este proceso lleva el plátano al siguiente punto donde el actuador 2 se extiende y permite sujetar el producto, una vez terminado este proceso el actuador 1

retorna a su posición A0, para cargar un nuevo plátano en la bandeja, como se muestra en la figura 5.9.



Figura 5.9. Sujeción del plátano

Este proceso se lo ha realizado con una muestra de 50 plátanos, con un resultado de 42 aciertos y 8 fallos como se muestra en la figura 5.10.

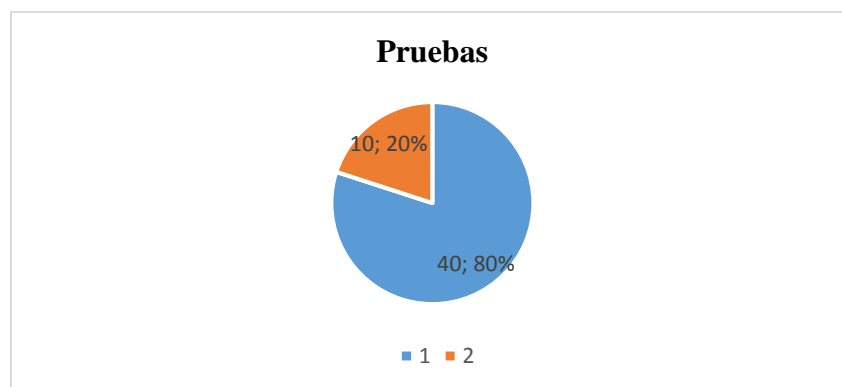


Figura 5.10. Datos de pruebas del sistema de sujeción

5.2.2. Prueba de descascarado del plátano verde

Cuando el plátano está sujetado, el motor paso a paso comienza a girar en intervalos de (8°) hasta completar una vuelta (360°), con ayuda del mecanismo biela – manivela se desplaza la cuchilla a lo largo del plátano, logrando desprender la pulpa, como es observa en la figura 5.11.



Figura 5.11. Descascarado de plátano

Para realizar las pruebas de pelado se utilizará un grupo de 50 plátanos, con un resultado de 40 aciertos y 10 fallos como se muestra en la figura 5.12.

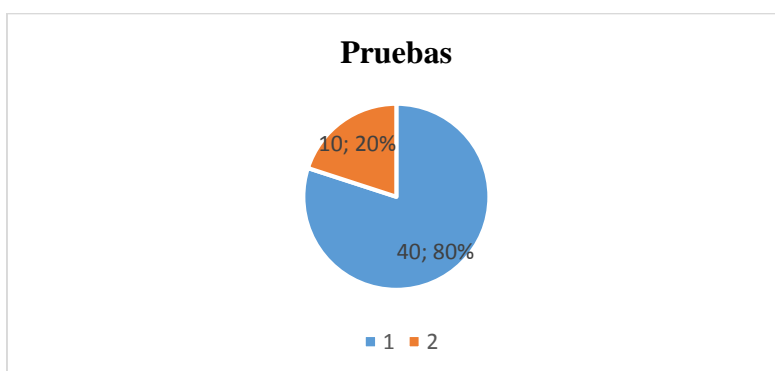


Figura 5.12. Datos de pruebas del sistema de descascarado

5.2.3. Prueba de funcionamiento de la banda transportadora

Las pruebas realizadas a la banda transportadora son mediante la aplicación de cargas, para ello se coloca su máximo peso que sería 2 kg para lo cual fue diseñado y se observa si continúa con el movimiento o se detiene, como se observa en la figura 5.13



Figura 5.13. Banda transportadora

5.3. Discusión de resultados de

5.3.1. Resultado de posicionamiento y sujeción de plátano verde

Las pruebas realizadas al sistema de sujeción indican que 42 de cada 50 operaciones fueron correctas, lo cual indica que no existe un mayor desperdicio del producto.

5.3.2. Resultado de pelado del plátano verde

Las pruebas realizadas al sistema de descascarado indican que el mecanismo puede fallar 10 de cada 50 unidades, esto se debe a que la fruta no presenta una curvatura uniforme debido a su genética.

5.3.3. Resultado de funcionamiento de la banda transportadora

La prueba realizada a la banda transportadora con su máximo peso no tuvo problema en su funcionamiento, es decir que puede trabajar a carga máxima sin tener ningún problema.

5.4. Hipótesis

¿La falta de un prototipo automatizado para el pelado de plátano verde en el emprendimiento de un negocio, permitirá la optimización del tiempo de entrega y a la vez en la calidad del producto final?

5.4.1. Variables de la investigación.

5.4.1.1. Variable Independiente

Diseño e implementación de un prototipo automatizado para el pelado de plátano verde.

5.4.1.2. Variable Dependiente

Optimizar tiempo, mayor producción e higiene.

5.4.2. Comprobación de hipótesis

Para validar la hipótesis se recolectó datos mediante una encuesta a las personas que van a emprender el negocio, es decir la cantidad (kilogramos) de plátanos descascarados en un día. En la tabla 5.1 se muestra los valores encuestados.

Tabla 5.1. Descascarado manual

Encuesta	Kilos por día
1	300-400
2	300-400
3	300-400
4	200-300
5	200-300
6	300-400
7	200-300
8	200-300
9	200-300
10	300-400

Es decir, tres personas entrenados logran descascarar un promedio de 300 kilogramos en un día, se debe considerar que se trabaja 8 horas, misma que se divide en:

- Tiempo útil para descascarado 7 horas
- Tiempo de descanso durante la jornada 30 minutos.
- Tiempo de lunch 30 minutos.
- Es decir que tarda un operador en descascarar un plátano 25s

A continuación, en la tabla 5.2 se muestra los valores tomados de la máquina.

Tabla 5.2. Descascarado automatizado

Cortar extremos	Introducir plátano	Sujetar plátano	Descascarar	Ubicar en recipientes	Total (seg)
1	2	1	15	2	21

Quedando posteriormente un tiempo de 21 segundos por cada plátano descascarado con la máquina realizada, dando un total de 384 kg de plátano descascarado por día, con un peso aproximado de 200 gramos por cada plátano.

Al realizar un análisis entre la tabla 5.1 y la tabla 5.2 se calcula que tres operadores entrenados logran descascarar 300 kg en un día, que viene a representar el 75 % del total de plátano necesario para cubrir la siguiente etapa de corte, mientras que con la máquina implementada se logra descascarar 384 kg en un día con un solo operador, que representa un 90%, lo cual supera al método manual, de esta manera se logra mejorar la producción de la empresa, además se reduce el estrés laboral por el trabajo tedioso y repetitivo y se reduce la mano de obra.

5.4.3. Comprobación de hipótesis empleando el método chi-cuadrado.

Para comprobar la hipótesis del trabajo de investigación se aplicará el método estadístico chi-cuadrado para establecer una relación entre las variables dependientes e independientes de la hipótesis, relacionando la diferencia entre el conjunto de frecuencias observadas (f_o) en una muestra y el conjunto de frecuencias teóricas (f_e) en la misma.

Primero se debe formular los valores de frecuencias observadas mediante los datos obtenidos en la tabla 5.3.

Para mostrar de mejor manera se ha tomado una muestra de 100 plátanos pelados entre el sistema automatizado y un operador quedando de la siguiente manera como se observa en la tabla 5.3.

Tabla 5.3. Tiempo para descascarado

	Bueno	Regular	Malo	Total (seg)
Automatizado	46	7	1	55
Manual	29	10	7	45
Total	70	25	5	100

Para este caso se trabaja con un nivel de confianza del 90 %, es decir un error del 0.1, para ello se busca el número de grados de libertad mediante la (ecuación 9).

$$n = (\#c - 1) * (\#f - 1) \quad (9)$$

Dónde:

#c: número de columnas

#f: número de filas

$$n = (3 - 1) * (2 - 1)$$

$$n = 2$$

De acuerdo a la figura 5.14 el valor de chi-cuadrado para (n=2), es de 4,60.

DISTRIBUCION DE χ^2

Grados de libertad	Probabilidad										
	0,95	0,90	0,80	0,70	0,50	0,30	0,20	0,10	0,05	0,01	0,001
1	0,004	0,02	0,06	0,15	0,46	1,07	1,64	2,71	3,84	6,64	10,83
2	0,10	0,21	0,45	0,71	1,39	2,41	3,22	4,60	5,99	9,21	13,82
3	0,35	0,58	1,01	1,42	2,37	3,66	4,64	6,25	7,82	11,34	16,27
4	0,71	1,06	1,65	2,20	3,36	4,88	5,99	7,78	9,49	13,28	18,47
5	1,14	1,61	2,34	3,00	4,35	6,06	7,29	9,24	11,07	15,09	20,52
6	1,63	2,20	3,07	3,83	5,35	7,23	8,56	10,64	12,59	16,81	22,46
7	2,17	2,83	3,82	4,67	6,35	8,38	9,80	12,02	14,07	18,48	24,32
8	2,73	3,49	4,59	5,53	7,34	9,52	11,03	13,36	15,51	20,09	26,12
9	3,32	4,17	5,38	6,39	8,34	10,66	12,24	14,68	16,92	21,67	27,88
10	3,94	4,86	6,18	7,27	9,34	11,78	13,44	15,99	18,31	23,21	29,59
	No significativo							Significativo			

Figura 5.14. Tabla Chi-cuadrado

Fuente: [29]

Una vez obtenido el valor por tabla del chi-cuadrado se procede a formular la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis de trabajo (H_1).

Donde:

H_0 : La implementación de un sistema automatizado para descascarado de plátano verde no influye en mejorar el tiempo y la producción.

H_1 El sistema automatizado para descascarado de plátano verde influye en mejorar el tiempo y por ende la producción.

Posteriormente se procede a elaborar la tabla de contingencia ver tabla 5.4, para lo cual se debe aplicar la siguiente formula.

$$x^2 = \sum \frac{(f_0 - f_e)^2}{f_e}$$

Tabla 5.4. Tabla de contingencia

	f0	Fe	f0-fe	$(f_0 - f_e)^2$	$\frac{(f_0 - f_e)^2}{f_e}$
Automatizado bueno	46	40,500	5,500	30,250	0,747
Automatizado regular	7	9,180	-2,180	4,752	0,518
Automatizado malo	1	4,320	-3,320	11,022	2,551
Manual bueno	29	34,500	-5,500	30,250	0,877
Manual regular	10	7,820	2,180	4,752	0,608
Manual malo	7	3,680	3,320	11,022	2,995
Total					8,29

Donde el valor calculado es mayor que el valor crítico.

$$f_0 > f_1.$$

$$8,29 > 4,6$$

Por lo tanto se elimina la hipótesis H_0 , dando validez a H_1 , y demostrando que el proyecto fue positivo al implementarlo, debido a que influye la técnica utilizada para el descascarado de plátano verde por ende es necesario una prototipo automatizado que ayude a mejorar los tiempos de producción. Validando así la hipótesis planteada.

5.5. Norma ecuatoriana para alimentos

Según establece la norma RTE INEN 100, que los materiales directos y artículos plásticos confinados a estar en contacto con los alimentos no deben transferir sus componentes a los productos alimenticios en cantidades superiores a 10 miligramos por decímetro cuadrado de superficie de los materiales, para el presente proyecto se ha elaborado con aceros inoxidable lo cual cumple con esta norma, de esta manera se valida que la máquina implementada está bajo normas ecuatorianas que ayudan a mantener el higiene en los alimentos.

6. PRESUPUESTO Y ANALISIS DE IMPACTOS

Este numeral de la propuesta tecnológica detalla el aspecto financiero del desarrollo e implementación del prototipo automatizado para el pelado de plátano verde.

6.1. Análisis financiero

6.1.1. Costos directos

6.1.1.1. Costos de materiales

En la tabla 6.1 se aprecia los costos de los materiales que se emplearán en la construcción del prototipo.

Tabla 6.1. Costo de materiales y suministros

Cantidad	Descripción	Dimensión	Costo unidad (\$)	Costo total (\$)
2	Plancha de acero inoxidable AISI 304	1220 x 440 mm e = 1mm	120.00	240.00
2 (6m)	Tubo cuadrado acero inoxidable AISI 304	1” e = 2mm	15.00	30.00
1 (1.5m)	Eje acero inoxidable AISI 304	5/8”	33.00	33.00
1 (1.5m)	Eje acero inoxidable AISI 304	½ “	24.00	24.00
1 (9m)	Eje acero inoxidable AISI 304	5/16”	90.00	90.00
4	Rodamientos 6001-2RS	12x32x10 mm	2.00	8.00
2	Poleas de aluminio	3”	7.00	14.00
1	Banda A46	12.7x1219.2mm	3.00	3.00
2	Cadena de transmisión AL 822	18 eslabones	10.00	20.00
2	Engranajes de duralon	33/64”	5.00	10.00
9	Pernos hexagonales 304	1/2”	0.50	4.50
15	Tornillos estrella	6x20mm	0.10	1.50
			SUBTOTAL	478.00

6.1.1.2. Costos de materiales

En la tabla 6.2 se aprecia los costos de los elementos que se emplearán en el control eléctrico.

Tabla 6.2. Costo de elementos parte eléctrica

Cantidad	Descripción	Dimensión	Costo unidad (\$)	Costo total (\$)
1	Motorreductor	1 hp	120.00	120.00
1	Motor de plumas	24 v	25.00	25.00
1	Motor paso a paso	12 v	12.00	12.00
1	Servomotor	12 v	10.00	10.00
1	Arduino mega	Mod. 2560	15.00	15.00
1	Fuente de poder	12 v	25.00	25.00
1	Relé de estado solido	24/120 v	9.00	9.00

1	Sensor de posición	12 v	8.00	8.00
1	Electroválvula	5/2	25.00	25.00
1	Pistón eléctrico	PL14-4	65.00	65.00
1	Pistón neumático	Doble efecto	26.00	26.00
3	Luces piloto	12 V	2.00	6.00
1	Botón paro de emergencia	12 V	4.00	4.00
1	Interruptor de giro	2 posiciones	3.00	3.00
1	Interruptor de botón	2 posiciones	1.00	1.00
1 (3m)	Manguera neumática	6mm	3.00	3.00
1 (3m)	Cable extensión	2x12 AWG	3.00	3.00
1 (3m)	Cable de timbre	2x23 Awg	1.00	1.00
1	Enchufe	120 v	1.00	1.00
			SUBTOTAL	362.00

6.1.1.3. Costos por utilización de equipos

En la tabla 6.3 se aprecia los costos por la utilización de maquinaria en el proceso de la construcción del prototipo de pelado de plátano verde.

Tabla 6.3. Costos de equipos

Máquinas	Horas empleadas	COSTO/HORA (\$)	COSTO TOTAL (\$)
Cizalladora	3	3,00	9,00
Dobladora	5	5,00	25,00
Suelda TIG	8	7,00	56,00
Pulidora	3	3,00	9,00
Taladro	2	2,00	4,00
Torno	1	7,00	7,00
Llaves	40	0,50	20,00
		SUBTOTAL	130,00

6.1.1.4. Costos por utilización de implementos de seguridad

En la tabla 6.4 se aprecia los costos por la utilización de implementos de seguridad.

Tabla 6.4. Costos de implementos de seguridad

Máquinas	CANTIDAD	COSTO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
Mandil	1	---	---
Casco	1	5,00	5,00
Tapones de oído	1 par	1,00	1,00
Guantes	1 par	3,00	3,00
Gafas	1	1,50	1,50
Mascarillas	1	0,50	0,50
SUBTOTAL			11,00

6.1.1.5. Costos de mano de obra

En la tabla 6.5 podemos observar los costos por mano de obra en realizar la construcción del prototipo.

Tabla 6.5. Costos de mano de obra

OPERARIO	CARGO	TIEMPO (horas)	COSTO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
1	Técnico Industrial	25	3,50	87,50
2	Ayudante	20	2,00	40,00
3	Programador	8	25,00	200,00
SUBTOTAL				327,50

6.1.1.6. Costos de transporte

En la tabla 6.6 representa la movilización interna y fuera de la ciudad.

Tabla 6.6. Costos de transporte

TRANSPORTE	COSTO TOTAL (\$)
Transporte al interior de la provincia	20,00
Transporte fuera de la provincia	40,00
SUBTOTAL	60,00

6.2. Costos indirectos

6.2.1. Costos ingenieriles

En la tabla 6.7 se puede apreciar los costos indirectos del diseño del prototipo que es considerado el 10% del total de los gastos directos.

Tabla 6.7. Costos de transporte

DESCRIPCIÓN	COSTO (\$)
Costos directos	1368,50
Costos indirectos	136,85
INVERSIÓN TOTAL	1.505,35

Como se puede apreciar en la tabla 6.7, la inversión total del proyecto es de **1.505,35 (mil quinientos cinco dólares con treinta y cinco centavos)**, al analizar en función del mercado nacional, no existe un prototipo similar orientado al pelado automatizado de plátano verde.

6.3. Consumo eléctrico

También se debe considerar que el costo de operación es el consumo eléctrico del prototipo, en la tabla 6.8 se aprecia el detalle del consumo eléctrico.

Tabla 6.8. Consumo eléctrico

DETALLE	WATTS	HORAS DE TRABAJO/ MES	kW·h al mes
Motor	746	30	22,38

Hay que considerar que el valor de la energía eléctrica en nuestro país es de \$0,095 usd por kW·h, por ende el valor mensual es de \$2,12 usd.

6.4. Calculo VAN y TIR

En el ámbito económico para la implementación del prototipo tómanos en cuenta que durante 5 años se debe recupera la inversión, en la tabla se detalla cada valor en donde se obtiene un VAN de 3.958,03 y un TIR del 88,9%

Tabla 6.9. VAN y TIR

Años	0	1	2	3	4	5
Inversión	-1.505,35	-	-	-	-	-
Capital de Trabajo	-665,35	-	-	-	-	-
Gastos legales	-	-	-	-	-	-
Ingresos	-	4.000,00	4.000,00	4.000,00	4.000,00	4.000,00
(-) Costos operacionales	-	840,00	840,00	840,00	840,00	840,00
(-) Depreciación y amortización	-	-	-	-	-	-
UTILIDAD OPERACIONAL	-	3.160,00	3.160,00	3.160,00	3.160,00	3.160,00
(-) Intereses	-	-	-	-	-	-
(-) Otros gastos	-	-	-	-	-	-
Utilidad antes de obligaciones	-	3.160,00	3.160,00	3.160,00	3.160,00	3.160,00
(-) Participación trabajadores	-	474,00	474,00	474,00	474,00	474,00
(-) Impuesto a la renta	-	590,92	590,92	590,92	590,92	590,92
Flujo despues de obligaciones	-	2.095,08	2.095,08	2.095,08	2.095,08	2.095,08
(-) Pago de capital prestado	-	-	-	-	-	-
(+) Despreciación y amortización	-	-	-	-	-	-
(=) Flujo neto	-2.170,70	2.095,08	2.095,08	2.095,08	2.095,08	2.095,08
					VAN	3.958,03
					TIR	88,9%

6.1. Análisis de impactos

6.1.1. Impacto practico

El prototipo está diseñado para cumplir los requerimientos y necesidades al momento de realizar el pelado del plátano verde, especialmente en la parte de seguridad ya que cuenta con un sistema de paro de emergencia ante cualquier contingencia, y en el ámbito ergonómico se encuentra a 0.855m de altura lo que facilita la comodidad del usuario.

6.1.2. Impacto ambiental

El prototipo cumple con los niveles de decibelios de ruido en comparación con otras máquinas existentes en el mercado, permitiéndonos mejorar el tiempo de trabajo dentro del local y logrando reducir la contaminación ambiental por el ruido.

6.1.3. Impacto social

Con la implementación del prototipo automatizado para el pelado de plátano verde se incrementó la producción, disminuyendo el tiempo de entrega hacia la siguiente etapa que es la de corte del plátano, a la vez disminuyendo el estrés laboral y reduciendo la mano de obra.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

- Se ha diseñado la estructura del prototipo utilizando el software asistido por computador "Inventor", resultando las medidas finales de 750 mm de largo x 600 mm de ancho y 855 mm de alto para mayor ergonomía y comodidad del operador, además la implementación de un sistema eléctrico con un consumo de energía de 22.38 kw/h al mes.
- Se ha seleccionado el mecanismo más idóneo para el pelado del plátano verde, el mismo que se trata de un mecanismo tipo biela-manivela-corredera con cuchillas desplazables, siendo el más efectivo en comparación de otros mecanismos de pelado.
- Se ha implementado el prototipo para el pelado de plátano verde, concluyendo que tres operadores entrenados logran descascarar 300 kg en un día, que viene a representar el 75 % del total de plátano necesario para cubrir la siguiente etapa de corte, mientras

que con la máquina implementada se logra descascarar 384 kg en un día con un solo operador, que representa un 90%, lo cual supera al método manual, de esta manera se logra mejorar la producción.

7.2. Recomendaciones

- Se recomienda tomar el diseño del prototipo como aporte para mejorar a una futura versión debido a que no fue posible cortar todo el plátano por sus curvaturas pronunciadas.

Utilizar software que permita simular el prototipo con el fin de corregir fallas antes de su implementación.

- Realizar labores de limpieza una vez finalizada la jornada debido a que la pulpa se adhiere a los elementos puede dañar las cuchillas.
- No sobrepasar el peso máximo de la banda transportadora, ya que su diseño es para el transporte de 2Kg.
- Utilizar el manual de operación para el correcto funcionamiento del prototipo asegurando que no se encuentre elementos que no sean del prototipo, debido a que podría ocasionar obstrucción en el transporte del producto, así como una colisión en el mecanismo biela - manivela.

8. BIBLIOGRAFIA

- [1] E. Morales Lupayante, «/ Beneficios a la Salud el Consumo del plátano verde,» Mejor con Salud, 7 Diciembre 2019. [En línea]. Available: <https://mejorconsalud.com/7-beneficios-salud-platanos-verdes/>. [Último acceso: 18 Junio 2019].
- [2] R. Paz y Z. Pezantes, «Potencialidad del Platano Verde en la Nueva Matriz Productiva del Ecuador,» Revista Científica Yachana, vol. Vol.2, n° N°2, pp. 203-210, 2014.
- [3] V. Erazo, «Comidas Típicas del Ecuador,» 11 Mayo 2015. [En línea]. Available: <https://es.scribd.com/doc/72401195/COMIDAS-TIPICAS-DEL-ECUADOR>. [Último acceso: 30 Junio 2019].
- [4] J. Odar, «Mejora de la Productividad en al Empresa Vivar SAC,» Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, 2014.

- [5] M. Jumbo, «Creación de un Consorcio de Producción y Exportación de Pequeños Productores de Plátano Barraganete en el Caribe para la Comercialización directa con Holanda en el periodo 2010-2019,» Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito-Ecuador, 2018.
- [6] P. X. Molina y W. R. I. Freire, «"Maquina peladora de alimentos",» ESPEL, Quito-Ecuador, 2016.
- [7] A. Rodríguez Pelin, Comunicaciones Industriales, Barcelona -España: Marcombo S.A., 2014.
- [8] P. Saingh, «aquinas Peladoras de Plátano Verde,» Alibaba.com, 23 Abril 2018. [En línea]. Available: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/hot-sale-green-banana-plantain-peeling-machine-60480191981.html?spm=a2700.8699010.29.66.69fe8a52Fxxijc>. [Último acceso: 25 Mayo 2019].
- [9] Romiter Group, «Máquina de Pelar Plátano Verde de Doble Entrada,» 5 Enero 2018. [En línea]. Available: <http://www.bananaprocess.com/es/maquina-de-pelar-de-platano-verde-de-doble-entrada/>. [Último acceso: 1 Julio 2019].
- [10] R. L. MOTT, Resistencia de materiales, México D.F: Pearson educación, 2009.
- [11] Contitech, «manual de Ingeniería,» 20 Mayo 2016. [En línea]. Available: <https://rafaelramirezr.files.wordpress.com/2016/05/manual-ingenieria-bandas-transportadoras.pdf>. [Último acceso: 1 Julio 2019].
- [12] Cotranza.net, «Catálogo de Actuadores Lineales,» 10 Octubre 2014. [En línea]. Available: https://www.cotranza.net/catalogo/sac09_cotranza_catalogo_actuadores_lineales. [Último acceso: 1 Julio 2019].
- [13] I. B. Rincón, «Investigación Científica y Tecnológica como Factores de Innovación,» Entelequia: Revista Interdisciplinaria, vol. II, nº 14, pp. 45-79, 2014.
- [14] C. Arduino, «Processing/Wiring,» 10 Julio 2017. [En línea]. Available: <http://arduino.cl/arduino-mega-2560/>. [Último acceso: 23 Junio 2019].
- [15] P. Druker, Gerencia por Resultados, México D.F.: Harper Collins S.A., 2014.
- [16] R. Mott, Resistencia de Materiales, México D.F.: Pearson S.A., 2014.
- [17] A. Cox, «Norma Inen,» Quito-Ecuador, 2014.
- [18] M. Pacavita, D. Gutierrez y R. Escorcía, «Muestra de Máquinas y Prototipos,» 5 Enero 2018. [En línea]. Available: <https://es.slideshare.net/diales/mquina-peladora-y-cortadora-de-papas>. [Último acceso: 1 Julio 2019].
- [19] W. Haro, «Diseño e Implementación de un prototipo automatizado para el pelado de plátano de verde,» UTC-Electromecánica, Latacunga- Ecuador, 2019.
- [20] A. Bustamante, Análisis Sectorial PROEC, Chile: Proec S.A., 2015.
- [21] Stolz S.A., «Productos y servicios de Maquinarias,» 20 Noviembre 2017. [En línea]. Available: <http://www.stolza.com/stolz>. [Último acceso: 1 Julio 2019].

- [22] G. Contreras, Formulación de Proyectos, Bogotá-Colombia: García N.V., 2014.
- [23] W. Flores, Manual técnico para el procesamiento tradicional del plátano, San José: Fontagro FTG, 2013.
- [24] W. Pere, «Epsevg,» 18 Marzo 2014. [En línea]. Available: <https://www.epsevg.upc.edu/hcd/material/lecturas/interfaz.pdf>. [Último acceso: Junio 2019].
- [25] Universidad Técnica de Cotopaxi, «Ingeniería Electromecánica,» Universidades Ecuador, 23 Junio 2019. [En línea]. Available: <https://www.universidades.com.ec/universidad-tecnica-de-cotopaxi/ingenieria-electromecanica>. [Último acceso: 27 Junio 2019].
- [26] R. Mott, Diseño de Elementos de Máquinas, Naucalpan: PEARSON, 2006.
- [27] E. Moreno, «Diseño de una máquina empaquetadora, dosificadora y selladora de fundas de arroz,» ninguno, Quito, 2010.
- [28] M. Navas, «Diseño e implementación de un sistema de ovoscopia con visión artificial para la detección de huevos fértiles para Incubaandina,» ., Latacunga , 2014.
- [29] M. P. Veira, «Pelado,» 19 Septiembre 2014. [En línea]. Available: https://es.slideshare.net/michelleveira_eng/pelado. [Último acceso: 1 Julio 2019].
- [30] R. Paz y Z. Pesantez, «POTENCIALIDAD DEL PLÁTANO VERDE EN LA NUEVA MATRIZ PRODUCTIVA DEL ECUADOR,» Revista Científica YACHANA, pp. 203-210, 2013.
- [31] Tomra, «Peladora a Vapor Odyssey,» 12 Septiembre 2017. [En línea]. Available: <https://www.tomra.com/es/sorting/food/peeling-equipment/odyssey/>. [Último acceso: 14 Junio 2019].
- [32] W. Pinos, Estudi del Sistema de Peelado de Papas paar disminuir el tiempo de Preparación de papas fritas en al empresa comida rápida (Pilita), Latacunga-Cotopaxi: Universidad Técnica de Cotopaxi, 2012.
- [33] A. G. Rey, Import, Export & Marketing, México D.F.: Editorial Everest S.A., 2018, pp. 59-61.

ANEXOS

Norma: AISI 304

Especificaciones Generales:

ESPEORES	desde 0.40-15mm
DIMENSIONES	1220 x 2440mm (estándar)
	1220 x otros largos (especial)

DESCRIPCIÓN DE ACUERDO A NORMA	JIS	SUS 304
	ASTM	304
	DIN	4301



Descripción: Acero inoxidable aleado al cromo y níquel, muy resistente a la corrosión intergranular y a los ataques químicos del medio ambiente. Posee una buena resistencia a la corrosión del agua, ácidos y soluciones alcalinas si se emplea con superficie pulida a espejo. Se la puede encontrar con acabado ASTM 2B y 1.

COMPOSICIÓN QUÍMICA (%)

C Max	Si Max	Mn	P Max	S Max	Ni	Cr	Mo	Otros
0,08	1	2	0,04	0,03	8 - 10,5	18 - 20	XX	XX

PROPIEDADES MECÁNICAS

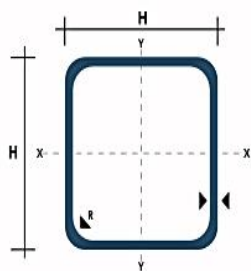
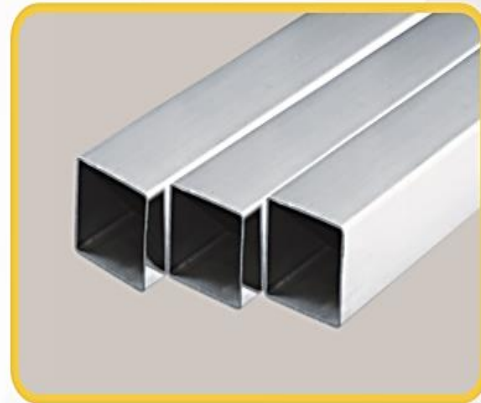
RESISTENCIA MECÁNICA		PUNTO DE FLUENCIA		Elongación % Min.	PRUEBAS DE DUREZA (MAX)	
Kg/mm ²	Psi	Kg/mm ²	Psi		ROCKWELL B	VICKERS
49	69500	18	25500	40	81,7	160

Anexo C	Tubo cuadrado acero AISI 304	1/1
---------	------------------------------	-----

TUBO CUADRADO ACERO INOXIDABLE

Especificaciones Generales:

Calidad:	AISI 304
Largo normal:	6,00 m
Dimensiones:	Desde 3/4 a 2"
Espesor:	Desde 1,2mm y 2mm



DIMENSIONES		PROPIEDADES		
□		ESPESOR (e)	PESO	ÁREA SECCIÓN
Plg.	mm	mm	Kg/mt	Plg ²
3/4"	19.05	1.2	0.5505	0.057
1"	25.4	1.2	0.8765	0.077
1 1/4"	31.75	1.2	1.1354	0.096
1 1/2"	38.1	1.2	1.3752	0.1165
2"	50.8	2	3.0142	0.1559

Nomenclatura

A= Área de selección transversal del tubo, plg².

H= Longitud lado

EJES**ACERO INOXIDABLE****Especificaciones Generales:**

Norma: AISI 304

Descripción: Acero inoxidable austenítico al cromo-níquel con bajo contenido de carbono. Resiste a la corrosión intercrystalina hasta 300 C. Resiste al efecto corrosivo del medio ambiente, vapor, agua y ácidos, así como de soluciones alcalinas, si se emplea con la superficie pulida espejo.

Aplicaciones: Industrias alimenticias, cervecera, azucarera, utensillos domésticos, industria del cuero, farmacéutica, dental, etc...

Largo: 6 mts

**COMPOSICIÓN QUÍMICA**

%C	%Si	%Mn	%P	%S	%Ni	%Cr
0 - 0,08	0 - 1	0 - 2	0 - 0,045	0 - 0,03	8 - 10,5	18 - 20

PROPIEDADES MECÁNICAS

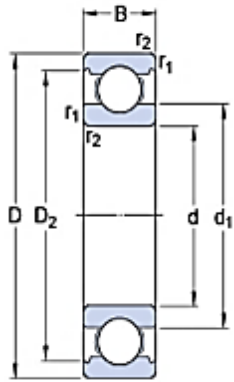
RESISTENCIA MECÁNICA (N/mm ²)	PUNTO DE FLUENCIA (N/mm ²)	Elongación % Min.	DUREZA ROCKWELL B
520	220	20	249 - 278

DIMENSIONES**DIÁMETRO**

3/16"
1/4"
5/16"
3/8"
1/2"
5/8"
3/4"
1"
1-1/4"
1-1/2"
2"
2-1/2"
3"
3-1/2"
4"
5"
6"

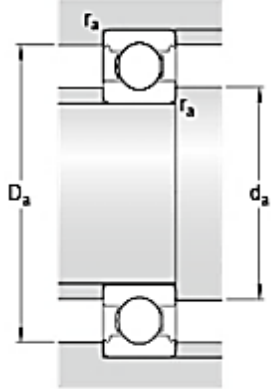
Anexo E	Rodamientos 6302	1/1
---------	------------------	-----

Dimensiones



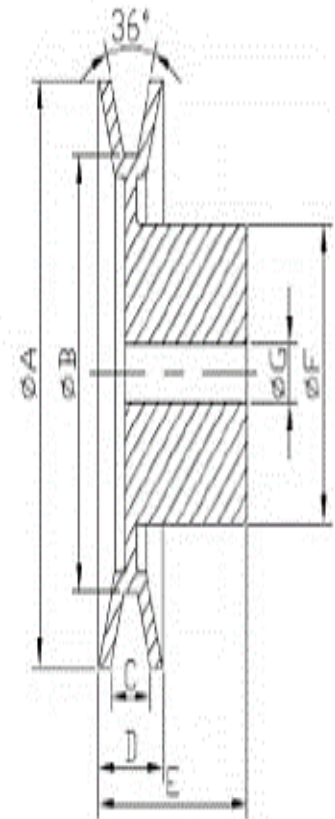
d	15	mm
D	42	mm
B	13	mm
d ₁	≈ 23.7	mm
D ₂	≈ 36.23	mm

Dimensiones de los resaltes

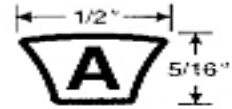


d _a	min. 20.6	mm
D _a	max. 36.4	mm
r _a	max. 1	mm

1 Canal (DIM. EN MM)							
Nº de Parte	Ø A	Ø B	C	D	E	Ø F	Ø G
1 A 2	50	24	13	21	46	30	10,0
1 A 2.1/2	63,5	37	13	21	46	30	10,0
1 A 3	77	51	13	21	46	40	10,0
1 A 3.1/2	90	64	13	21	46	52	10,0
1 A 4	102	76	13	21	46	52	12,7
1 A 4.1/2	112	86	13	21	49	52	12,7
1 A 5	127	101	13	21	49	60	12,7
1 A 5.1/2	140	113	13	21	49	60	12,7
1 A 6	154	128	13	21	49	60	12,7
1 A 6.1/2	165	137	13	21	49	60	12,7
1 A 7	180	154	13	23	51	82	12,7
1 A 8	203	177	13	23	51	82	12,7
1 A 9	229	203	13	23	51	82	12,7
1 A 10	254	228	13	23	51	82	12,7
1 A 11	280	251	13	23	51	96	17,0
1 A 12	305	274	13	23	51	108	17,0
1 A 13	330	297	13	23	51	108	17,0
1 A 14	356	320	13	23	51	110	17,0
1 A 15	381	343	13	23	51	112	17,0
1 A 16	406	366	13	23	51	114	17,0

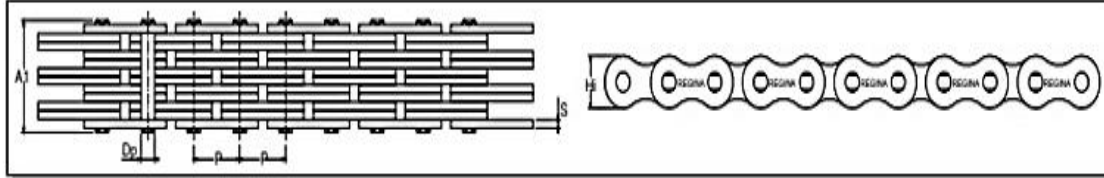


Anexo G	Banda de transmisión tipo A	1/1
---------	--------------------------------	-----



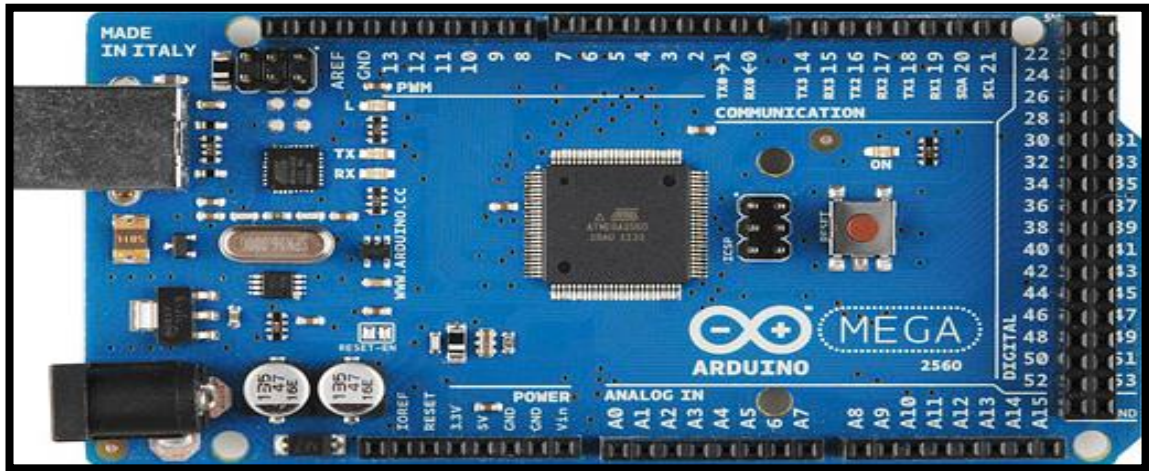
Sección A

Banda No.	Circunferencia Exterior (Pulg.)	Banda No.	Circunferencia Exterior (Pulg.)
A16	18	A65	67
A17	19	A66	68
A18	20	A67	69
A19	21	A68	70
A20	22	A69	71
A21	23	A70	72
A22	24	A71	73
A23	25	A72	74
A24	26	A73	75
A25	27	A74	76
A26	28	A75	77
A27	29	A76	78
A28	30	A77	79
A29	31	A78	80
A30	32	A79	81
A31	33	A80	82
A32	34	A81	83
A33	35	A82	84
A34	36	A83	85
A35	37	A84	86
A36	38	A85	87
A37	39	A86	88
A38	40	A87	89
A39	41	A88	90
A40	42	A89	91
A41	43	A90	92
A42	44	A91	93
A43	45	A92	94
A44	46	A93	95
A45	47	A94	96
A46	48	A95	97
A47	49	A96	98
A48	50	A97	99
A49	51	A98	100
A50	52	A100	102
A51	53	A103	105
A52	54	A105	107
A53	55	A110	112
A54	56	A112	114
A55	57	A115	117
A56	58	A120	122
A57	59	A124	126



Regina Chain N° Código cadena Regina	Combinación Composición	Nominal pitch Paso nominal		Max pin diam. Diámetro eje máx.	Max plate height Altura malla máx.	Plate thickness Espesor malla	Max riveted pin width Long. eje remachado	Min. ultrim. strength Carga rotura min.	Approx. weight Peso
		P	100 pitches length Largo cada 100 pasos						
		mm	mm	Dp mm	HI mm	S mm	A1 mm	kN	Kg/m
AL 422	2x2	12,70	1258	3,97	10,3	1,57	8,5	171	0,35
AL 444	4x4	12,70	1258	3,97	10,3	1,57	14,9	34,2	0,69
AL 466	6x6	12,70	1258	3,97	10,3	1,57	21,4	51,3	1,02
AL 522	2x2	15,875	1575	5,09	12,83	2,04	10,6	27,9	0,64
AL 544	4x4	15,875	1575	5,09	12,83	2,04	19,1	55,8	1,25
AL 566	6x6	15,875	1575	5,09	12,83	2,04	27,3	83,7	1,86
AL 622	2x2	19,05	1893	5,95	15,5	2,39	12,65	40,6	0,77
AL 643	4x3	19,05	1893	5,95	15,5	2,39	20,25	60,9	1,38
AL 644	4x4	19,05	1893	5,95	15,5	2,39	22,40	81,3	0,77
AL 666	6x6	19,05	1893	5,95	15,5	2,39	32,30	121,9	2,26
AL 688	8x8	19,05	1893	5,95	15,5	2,39	42,25	168	2,99
AL 822	2x2	25,40	2530	7,93	20,6	3,25	17,15	66,1	1,49
AL 844	4x4	25,40	2530	7,93	20,6	3,25	30,75	132,2	2,80
AL 866	6x6	25,40	2530	7,93	20,6	3,25	44,15	198,3	4,10
AL 888	8x8	25,40	2530	7,93	20,6	3,25	57,75	264,5	5,35
AL 1022	2x2	31,75	3162	9,51	25,4	3,90	20,95	107,4	2,52
AL 1044	4x4	31,75	3162	9,51	25,4	3,90	37,65	214,8	4,95
AL 1056	5x6	31,75	3162	9,51	25,4	3,90	49,95	242,7	6,75
AL 1066	6x6	31,75	3162	9,51	25,4	3,90	54,05	322,2	7,35
AL 1088	8x8	31,75	3162	9,51	25,4	3,90	70,65	429,6	9,68
AL 1222	2x2	38,10	3797	11,11	31,0	4,70	24,45	146,2	3,48
AL 1244	4x4	38,10	3797	11,11	31,0	4,70	44,35	292,5	6,90
AL 1266	6x6	38,10	3797	11,11	31,0	4,70	64,15	438,8	10,30
AL 1288	8x8	38,10	3797	11,11	31,0	4,70	83,75	585,1	13,60
AL 1422	2x2	44,45	4429	12,68	36,0	5,57	28,35	198,8	4,79
AL 1444	4x4	44,45	4429	12,68	36,0	5,57	51,85	397,6	9,45
AL 1466	6x6	44,45	4429	12,68	36,0	5,57	75,25	596,4	14,10
AL 1488	8x8	44,45	4429	12,68	36,0	5,57	98,25	795,2	18,70
AL 1622	2x2	50,80	5068	14,28	41,0	6,27	31,95	257,6	5,98
AL 1644	4x4	50,80	5068	14,28	41,0	6,27	58,55	515,3	11,70
AL 1666	6x6	50,80	5068	14,28	41,0	6,27	85,35	772,9	17,40
AL 1688	8x8	50,80	5068	14,28	41,0	6,27	111,55	1030,6	23,10

Anexo I	Arduino Mega 2560	1/1
---------	-------------------	-----



Microcontrolador	ATmega2560
Tensión de trabajo	5V
Tensión de entrada (recomendada)	7-12V
Tensión de entrada (límite)	6-20V
Pines Digitales I/O	54 (de los cuales 15 proporcionan salida PWM)
Pines de entradas Analógicas	16
DC Corriente por Pin I/O	20 mA
DC Corriente por Pin 3.3V	50 mA
Memoria Flash	256 KB de los cuales 8 KB se usan por el bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Velocidad del reloj	16 MHz
Largo	101.52 mm
Anchu	53.3 mm
Peso	37 g

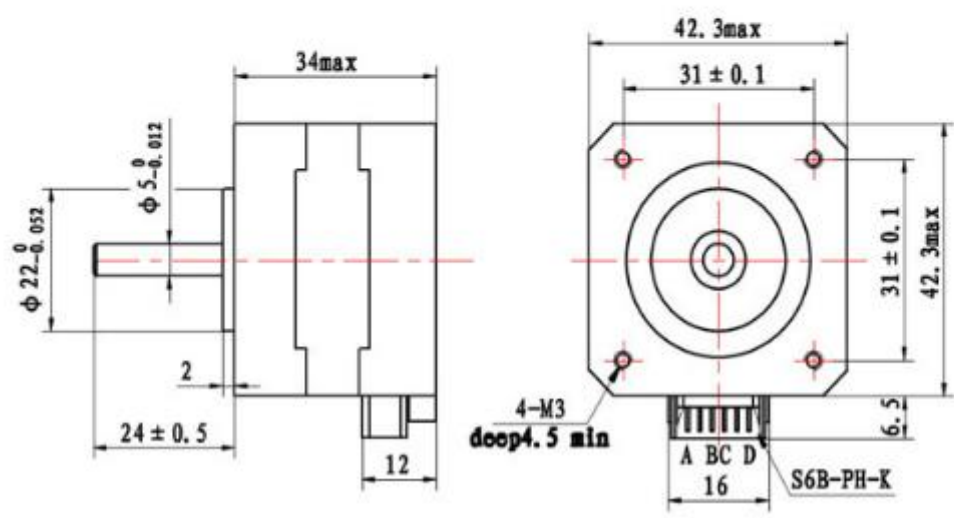
Anexo J	Motor paso a paso Nema 17	1/1
---------	---------------------------	-----

- ✓ Ángulo de Paso: 1.8°
- ✓ Logitud de Motor: 48 mm
- ✓ Voltaje Nominal: 12 V
- ✓ Corriente Nominal: 0.4 A
- ✓ Resistencia de Fase: 30 Ohms
- ✓ Inductancia de Fase: 28 mH
- ✓ Par de Retención: 38 N.cm
- ✓ Número de Cables: 6
- ✓ Inercia del Rotor: 68 g.cm²
- ✓ Peso del Motor: 360 g

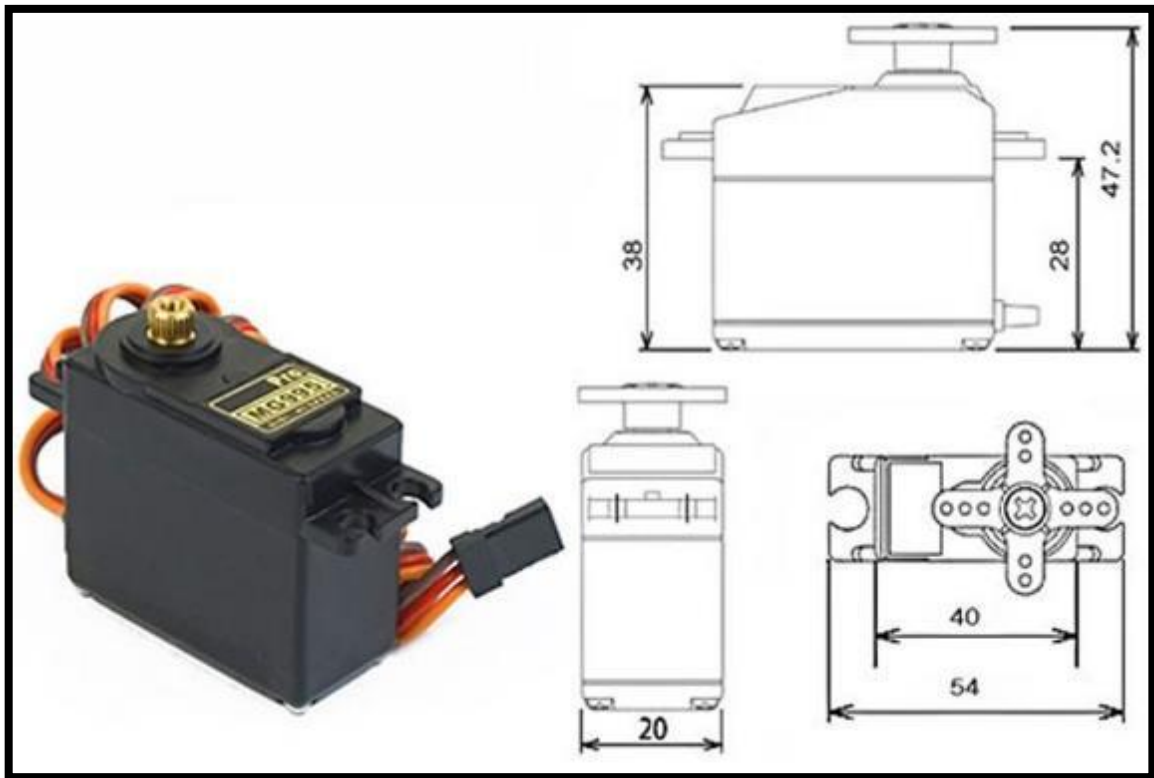
Nema 17
17HS5604 Motor
Unipolar / Bipolar




General specification		Electrical specification	
Step angle	1.8°	Rated voltage	12V
Number of phase	2	Rated current	0.4A
Insulation resistane	100MΩmin. (500V DC)	Resistance per phase	30Ω ± 10%
Insulation class	Class B	Inductance per phase	37mH ± 20%
Rotor inertia	38g.cm ²	Holding torque	260mN.m
Mass	0.2kg	Detent torque	12mN.m

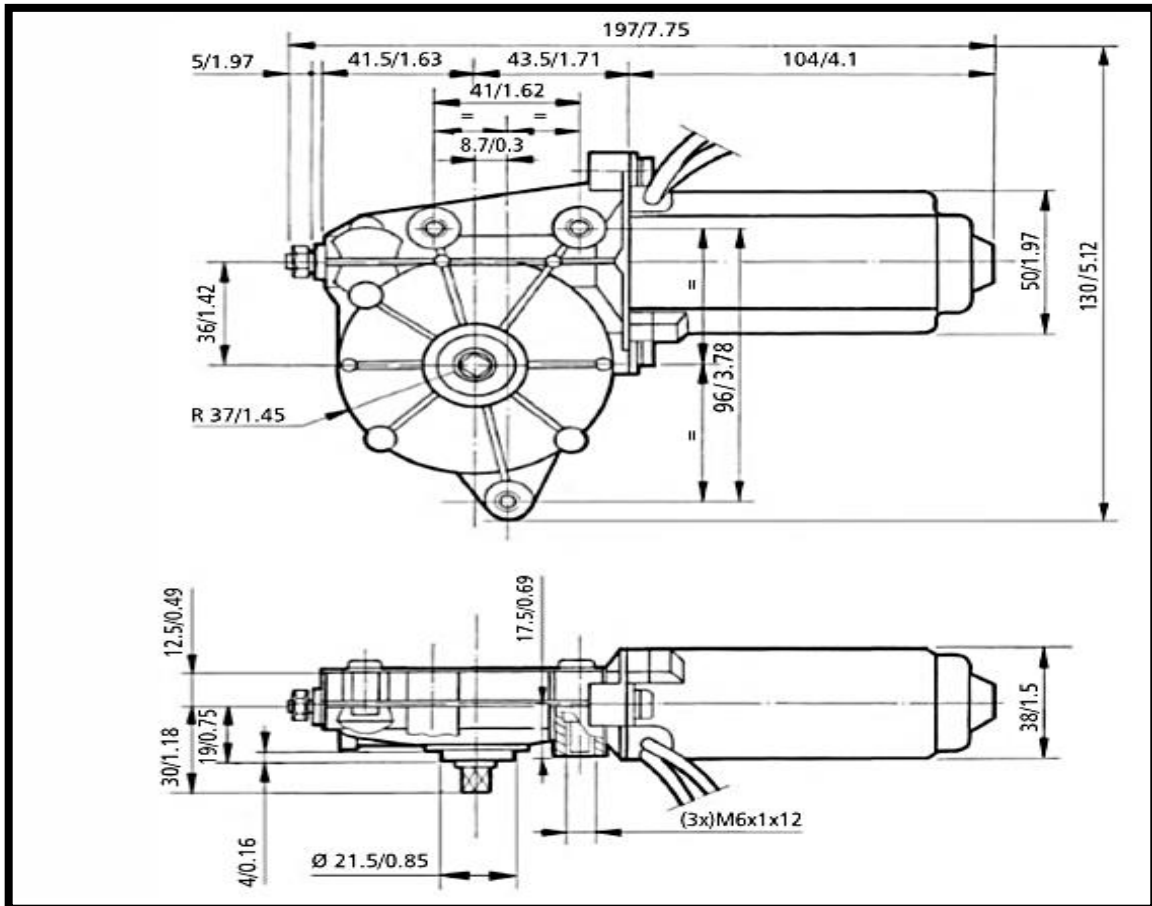


- Tipo de Interfaz: Analógica
- Dimensiones (L x W xH) = 40.6 x 19.8 x 42.9 mm (1.60 x 0.78 x 1.69 pulgadas)
- Peso: 55 gramos
- Torque a 4.8 volts: 8.9 oz/in (10.00 kg/cm)
- Voltaje de operación: 4.0 a 7.2 volts
- Velocidad de giro a 4.8 volts: 0.2 sec / 60 °
- Conector universal para la mayoría de los receptores de radio control





REFERENTIAL REFERENCE NUMBER REFERENZNUMMERN	TENSION NOMINAL NOMINAL VOLTAGE TENSION NOMINALE NENNSPANNUNG	PAB NOMINAL NOMINAL TORQUE COUPLE NOMINAL Drehmoment NOMINAL	VELOCIDAD NOMINAL NOMINAL SPEED VITESSE NOMINALE GESCHWINDIGKEIT NOMINAL	CORRIENTE NOMINAL NOMINAL CURRENT NOMINAL CURRENT NOMINALSTROM	PAB DE ARRANQUE STARTING TORQUE COUPLE DE LANCEMENT ANZUGDrehmoment	CORRIENTE DE ARRANQUE STARTING CURRENT CORRIENTE DE LANCEMENT ANZUGSTROM	ELECT ARBEIT WELLE	CONVENCIONES CONVECTIONS CONVECTIONS ANZEICHNUNGEN	ESQUEMA ELECTRO WIRING DIAGRAM SCHWEMMELECTRIQUE SCHWEMME	RELACION DE REDUCCION TRANSMISSION RATIO PARTIT DE REDUCTEUR UBERSETZUNG	PESO APROXIMADO APPROXIMATE WEIGHT POIDS APPROXIMATE GEWICHT (kg)	GRADO DE ESTANDBUILDAD WATERPROOFNESS FEUCHTIGKEITSSCHUTZKLASSE	MATERIAL RUEDA WHEEL MATERIAL MATERIAL ROUES MIT FÜR SCHNECKENRÄDER	DISEÑO A DESIGN A Dessin A.B	CURVA CURVE CURBE KURVE
	Us	Mn + (N.m./lb.ft.in)	fn (r.p.m.)	In (A)	Ma (N.m./lb.ft.in)	Ia (A)				i	P (kg/lb.ft)	IP			
210.0111.20.D0	12	3 / 26.5	55-75	7.5	10 / 88.5	28	E39	C20	EE16	60:1	0.95 / 2.54	IP40	PLA	a	17
210.0111.20.I0	12	3 / 26.5	55-75	7.5	10 / 88.5	28	E39	C20	EE16	60:1	0.95 / 2.54	IP40	PLA	b	17
210.0111.30.D0	24	3 / 26.5	55-75	4	10 / 88.5	14	E39	C20	EE16	60:1	0.95 / 2.54	IP40	PLA	a	17
210.0111.30.I0	24	3 / 26.5	55-75	4	10 / 88.5	14	E39	C20	EE16	60:1	0.95 / 2.54	IP40	PLA	b	17



DATOS TECNICOS MOTOR REDUCTOR.

Nombre	: Motor Reductor.
Marca	: Houlemotor Wanshsin.
Modelo	: GH40
Voltaje	: 110 VCA Monofasico
Frecuencia	: 50/60Hz.
Consumo	: 750Watt.
Radio	: 142:1.
Potencia HP	: 1HP.
Torque en Nm	: 597Nm (6088 Kg*cm)
Veloc. Motor	: 1350 rpm.
Veloc. Reductor	: 150 rpm Máximo.
Medidas Motor	: 430mmX220mmX220mm.
Medidas eje	: 40mm Diámetro X 40mm Largo.
Tipo Anclaje	: Horizontal.
Material Motor	: Aluminio Inyectado.
Peso Motor	: 18 kilogramos.
Garantía	: 12 Meses. (Calidad)

Motor-Reductor





Figura N1. Medición y corte de la tubería cuadrada de acero inoxidable.



Figura N2. Pulido de los bordes de la tubería cuadrada de acero inoxidable.



Figura N3. Perforación de la tubería de acero inoxidable.



Figura N4. Medición de las planchas de acero inoxidable.



Figura N5. Corte de las planchas de acero inoxidable.



Figura N6. Pulido de los bordes de las planchas de acero inoxidable.



Figura N7. Perforación de las planchas de acero inoxidable.



Figura N8. Ubicación del sistema de banda transportadora.



Figura N9. Ubicación del sistema eléctrico y de control.



Figura N10. Ubicación del sistema neumático.



Figura N11. Carga del programa hacia el prototipo.



Figura N12. Prueba de funcionamiento del prototipo.

Anexo O	Programación en ARDUINO	1/5
----------------	------------------------------------	------------

```
#include <Servo.h>

Servo myservo;

int pos = 0;

int PISTON = 10;

int PUL=11; //define Pulse pin

int DIR=12; //define Direction pin

int ENA=13; //define Enable Pin

int SENPLA = 2; // t

int MD = 3;

int MI = 4;

int VERDE=5;

int AMARILLO=15;

int NAVAJA = 14;

int BANDA=6;

int SENPLAState = 0; // s

int cont = 0;

void setup() {

  myservo.attach(7);

  pinMode(VERDE, OUTPUT);

  pinMode(AMARILLO, OUTPUT);

  pinMode(PISTON, OUTPUT);

  pinMode(NAVAJA, OUTPUT);

  pinMode(SENPLA, INPUT);

  pinMode(MD, OUTPUT);

  pinMode(MI, OUTPUT);

  pinMode(BANDA, OUTPUT);

  pinMode (PUL, OUTPUT);

  pinMode (DIR, OUTPUT);

  pinMode (ENA, OUTPUT);
```

Anexo O	Programación en ARDUINO	2/5
----------------	------------------------------------	------------

```

digitalWrite(PUL,LOW);
//digitalWrite(NAVAJA, LOW);
delay(6000);
digitalWrite(MD, LOW); //INGRESA EL PISTON
digitalWrite(MI, HIGH);
delay(2000);
    digitalWrite(MD, LOW);
    digitalWrite(MI, LOW);
    digitalWrite(PISTON,LOW);
delay(2000);
    digitalWrite(MD,HIGH );//SALE EL PISTON
    digitalWrite(MI, LOW);
    delay(1000);//MENOS TIEMPO PLATANO ES MAS LARGO
    digitalWrite(MD, LOW);
    digitalWrite(MI, LOW);
    digitalWrite(PISTON,HIGH);
    // digitalWrite(NAVAJA,LOW);
    digitalWrite(BANDA,HIGH);
}
void loop(){
    SENPLAState = digitalRead(SENPLA);
    if (SENPLAState == HIGH)
    {
        digitalWrite(AMARILLO,LOW); //lampara amarilla
        digitalWrite(VERDE,HIGH); // lampara verde
        //digitalWrite(NAVAJA,LOW);
    }
    //digitalWrite(PISTON,LOW);
    //delay(3000);
    //digitalWrite(PISTON,HIGH);

```

Anexo O	Programación en ARDUINO	3/5
----------------	------------------------------------	------------

```

//delay(3000);
{
    digitalWrite(MD, LOW); //INGRESA EL PISTON
    digitalWrite(MI, HIGH);
    digitalWrite(PISTON,LOW);
delay(2000);
    digitalWrite(MD, LOW);
    digitalWrite(MI, LOW);
delay(2000);
    digitalWrite(MD,HIGH );//SALE EL PISTON
    digitalWrite(MI, LOW);
    delay(1000);//MENOS TIEMPO PLATANO ES MAS LARGO
    digitalWrite(MD, LOW);
    digitalWrite(MI, LOW);
    delay(1000);
    digitalWrite(PISTON,HIGH);
    delay(250);           // Espera 0,25 segundos
    //cont = 0;           // y volvemos a poner el contador "cont" a cero para otra serie de
parpadeos rápidos
}
}
if (SENPLAState == LOW)
//corta platano
// digitalWrite(NAVAJA,HIGH);
{
    digitalWrite(AMARILLO,HIGH);
    digitalWrite(VERDE,LOW);
digitalWrite(NAVAJA,HIGH); //INICIA CORTE DE PLATANO
for (int i=0; i<1000; i++) //5000 PASOS ES 16000

```

Anexo O	Programación en ARDUINO	4/5
----------------	------------------------------------	------------

```

{
  digitalWrite(DIR,LOW);
  digitalWrite(ENA,HIGH);
  digitalWrite(PUL,LOW);
  digitalWrite(PUL,HIGH);
  delayMicroseconds(50);
  digitalWrite(PUL,LOW);
  delayMicroseconds(50);
}
{
  digitalWrite(PUL,LOW);//tiempo donde corta
  for (pos = 45; pos >= 0; pos -= 1) { // funciona con 45
    myservo.write(pos);      // tiempo del servomotor
    delay(5);                // TIEMPO QUE SUBE Y BAJA LA CUCILLA
  }
  delay(2000); // funcionando con 2000
}
cont = cont +1;// con 1
if (cont ==8){//GIRA EL PLATANO PARA PELARSE normal 8
  digitalWrite(PUL,LOW);
  digitalWrite(MD, LOW); //INGRESA EL PISTON
  digitalWrite(MI, HIGH);
  digitalWrite(NAVAJA,LOW); //CORTA EL PLATANO
  digitalWrite(BANDA,LOW); //FUNCIONA BANDA TRANSPORTADORA
delay(2000);// datos funcionando 2000
  digitalWrite(MD, LOW);
  digitalWrite(MI, LOW);
  digitalWrite(PISTON,LOW);
delay(2000);
}

```

Anexo O	Programación en ARDUINO	5/5
---------	----------------------------	-----

```
digitalWrite(MD,HIGH );//SALE EL PISTON
    digitalWrite(MI, LOW);
    digitalWrite(BANDA,HIGH);
    delay(1000);//MENOS TIEMPO PLATANO ES MAS LARGO 1000
    digitalWrite(MD, LOW);
    digitalWrite(MI, LOW);
    digitalWrite(PISTON,HIGH);
    delay(1000);
        delay(250);           // Espera 0,25 segundos
        cont = 0;           // y volvemos a poner el contador "cont" a cero para otra serie de
parpadeos rápidos
    digitalWrite(NAVAJA,LOW);
}
}
}
```

Anexo P	Manual de operación del prototipo	1/4
---------	-----------------------------------	-----

El presente manual muestra los pasos a seguir para la correcta operación y funcionamiento del prototipo para el pelado de plátano verde.

PROCEDIMIENTO DE ENCENDIDO:

1. Conectar la maquina a la red eléctrica de 110V.



2. Conectar el compresor en la toma posterior con el que cuenta el prototipo.



3. Verificar que el botón de paro de emergencia no este oprimido, caso contrario liberarlo girando el mismo hacia la dirección que indican las flechas.



Anexo P	Manual de operación del prototipo	2/4
---------	-----------------------------------	-----

4. Girar la perilla de la posición OF a la posición ON.



5. Alimentar en el deposito plátanos cortados con una dimensión de largo de 15cm aproximadamente.



6. Después del paso anterior el operador deberá estar pendiente en el proceso de pelado, y colocar un recipiente al final de la banda transportadora para el almacenamiento del producto.



Anexo P	Manual de operación del prototipo	3/4
---------	-----------------------------------	-----

7. Alimentar la bandeja de carga con un nuevo plátano antes de que concluya el pelado del anterior.
8. Si ocurre algún imprevisto parar la maquina presionando el botón de paro de emergencia.



9. Una vez concluida la jornada de trabajo del prototipo, apagar el mismo girando la perilla de la posición ON a la posición OF.



10. Desconectar el compresor del prototipo.
11. Desconectar el prototipo de la red eléctrica.

Anexo P	Manual de operación del prototipo	4/4
----------------	--	------------

ADVERTENCIAS:

- Detener la máquina para limpieza o retirar algún producto obstruido.
- No introducir la mano en el área de pelado.

RECOMENDACIONES:

- Instale el prototipo en un lugar firme y fuerte que sea capaz de soportar el mismo.

Anexo Q	Manual de mantenimiento	1/2
---------	-------------------------	-----

Realizar los siguientes procedimientos cada jornada de trabajo:

1. Limpiar la capa de polvo e inspeccionar los ajustes de los pernos del conjunto.

- Limpiar la capa de polvo.
- Limpiar la banda transportadora, cuchillas bandejas todo en cuanto esté al contacto con el plátano verde.
- Verificar el tipo de polvo, si es conductiva o no.
- Verificar que el polvo no ingrese a la cubierta principal
- Verificar que el punto de sujeción de la bancada esté debidamente ajustado.
- Verificar que los pernos estén en buenas condiciones.
- Reparar daños encontrados.

2. Verificar que las protecciones eléctricas estén en condiciones normales.

- Verificar que todas las protecciones operen satisfactoriamente.
- Verificar que las protecciones térmicas funcionen adecuadamente.
- Verificar los contactos de las protecciones térmicas.

3. Verificar el correcto funcionamiento del motor

- Verificar que el motor no presente abolladuras.
- Reparar los daños encontrados.

Realizar los siguientes procedimientos cada 30 días:

1. Engrasar los rodamientos:

- Retirar el eje de soporte y engrasar los rodamientos
- Usar una pistola de grasa y bombear hasta que la grasa usada este todo evacuado.
- Limpiar el exceso de grasa.

Anexo Q	Manual de mantenimiento	2/2
---------	-------------------------	-----

Verificar el sistema neumático.

- Verificar fugas de aire en los componentes neumáticos.
- Limpiar las electroválvulas y reemplazar sellos de ser necesario.

Para el sistema eléctrico:

Verificar el estado de los cables de alimentación y los elementos de conexión.

- Los cables de alimentación y de control se encuentran a la intemperie es necesario revisar su buen estado desde la caja de conexiones de la fuente de alimentación a la caja de conexiones del motor.
- Evitar que los cables se encuentren remordidos.
- Verificar que los pines y conectores se encuentren en óptimas condiciones y no presenten manchas de sobre calentamiento o leves quemaduras.

PLANOS