



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E  
INDUSTRIAS CARRERA DE INGENIERÍA  
MECATRÓNICA**

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE  
UNA MÁQUINA DESPULPADORA DE NARANJILLA PARA LA  
EMPRESA MR.FREEZE**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERO EN MECATRÓNICA**

**JULIO ALBERTO ESPINOZA LANDETA**

**DIRECTOR: ING. MARCELA PARRA PINTADO, MSc.**

**Quito, julio 2016**

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2016  
Reservados todos los derechos de reproducción

**FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO**  
**PROYECTO DE TITULACIÓN**

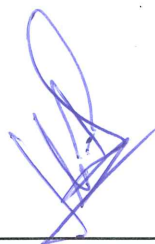
DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	0927266445
APELLIDO Y NOMBRES:	Julio Alberto Espinoza Landeta
DIRECCIÓN:	Av. Pedro Vicente Maldonado y Palenque
EMAIL:	<a href="mailto:julio_espinoza_landeta@hotmail.com">julio_espinoza_landeta@hotmail.com</a>
TELÉFONO FIJO:	-
TELÉFONO MOVIL:	0983783708

DATOS DE LA OBRA	
TITULO:	Estudio de factibilidad para la implementación de una máquina despulpadora de naranjilla para la empresa Mr. Freeze
AUTOR O AUTORES:	Julio Alberto Espinoza Landeta
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	25 de Julio
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Ing. Marcela Parra
PROGRAMA	<b>PREGRADO</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b> <input type="checkbox"/>
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería Mecatrónica
RESUMEN: Mínimo 250 palabras	<p>El proyecto desarrollado corresponde al estudio de factibilidad para la implementación de una máquina despulpadora de fruta de naranjilla para la empresa Mr. Freeze, en el diseño se tomó en cuenta el costo que tendría la implementación de la máquina en la empresa y el tiempo de retorno de la inversión.</p> <p>En la primera etapa del proyecto se realizó un análisis del estado actual de los procesos que tiene implementados la empresa Mr. Freeze para la obtención de pulpa de naranjilla, como resultado del análisis y observación de estos procesos se elaboró una lista de</p>

	<p>requerimientos que sirvieron como base para el diseño del presente proyecto, además de siempre cumplir con normas de seguridad industrial y manejo de alimentos.</p> <p>Luego del análisis de los distintos métodos que existen de despulpado y tomando en cuenta los requerimientos del cliente se tiene un diseño que obtiene 80 kg diarios de pulpa de naranjilla trabajando 8 horas, la máquina posee una tolva de <math>7052,73 \text{ cm}^3</math> y requiere de un operario; el diseño de control está compuesto por un PLC, botón de encendido, pulsador de paro de emergencia, sensores de nivel de pulpa en la tolva y sensor en la tapa del tamiz.</p> <p>Para el diseño de la máquina despulpadora se utilizó acero inoxidable ya que es el material recomendado para la manipulación de alimentos.</p> <p>Para determinar la rentabilidad del diseño se analizó los resultados del VAN y el TIR, los cuáles determinan que el proyecto es viable con un periodo de retorno de la inversión de un año y un mes.</p>
<b>PALABRAS CLAVES:</b>	Pulpa, despulpadora, PLC, retorno de inversión, Van, Tir, naranjilla.
<b>ABSTRACT:</b>	<p>The developed project corresponds to the feasibility study for the implementation of a pulped machine of naranjilla for the company Mr. Freeze, in the design; it was considered the cost of the implementation of the machine in the company and the time of return on investment.</p> <p>In the first phase of the project, an analysis of the current state of the processes that has implemented the company Mr. Freeze for obtaining naranjilla pulp was performed. As a</p>

	<p>result of the observation and analysis of these processes, it was developed a list of requirements that were the basis for the design of this project; in addition, to always comply with standards for industrial safety and food handling.</p> <p>After of the analysis of the different methods that exist of pulped machine and considering the requirements of the client, it was obtained a design that gets 80 kg daily naranjilla pulp working 8 hours. The machine has a hopper of 7052,73 [ cm ] ^3 and requires an operator; the design of control is composed of a PLC, power button, emergency stop button, pulp level sensors in the hopper and sensor in the strainer cap.</p> <p>For the design of the pulped machine was used stainless steel because it is the recommended material for handling food.</p> <p>To determine the profitability of the design the results of the NPV and the IRR were analyzed, which determined that the project is feasible with a period of return on investment of one year and one month.</p>
<b>KEYWORDS</b>	Pulp, pulper machine, PLC, return on investment, NPV, TIR, naranjilla.

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.



f:

JULIO ALBERTO ESPINOZA LANDETA

0927266445



## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, JULIO ALBERTO ESPINOZA LANDETA, CI: 0927266445 autor/a del proyecto titulado: **Estudio de factibilidad para la implementación de una máquina despulpadora de naranjilla para la empresa Mr. Freeze** previo a la obtención del título de INGENIERO MECATRÓNICA en la Universidad Tecnológica Equinoccial.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad Tecnológica Equinoccial a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, 25 de Julio de 2016



f: \_\_\_\_\_

JULIO ALBERTO ESPINOZA LANDETA

0927266445

## CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo, **Santiago Andrés Cárdenas Silva** con cédula de identidad N.-171068223-6 en calidad de Gerente General de la empresa Mr. Freeze Autorizo a **JULIO ALBERTO ESPINOZA LANDETA**, realizar la investigación para la elaboración de su proyecto de titulación “Estudio de factibilidad para la implementación una máquina despulpadora de naranjilla para la empresa MR. Freeze”, basada en la información proporcionada por la compañía.

f:

MR. FREEZE  
ING. SANTIAGO CÁRDENAS  
1710682236001

---

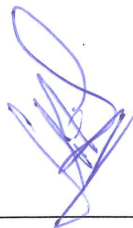
SANTIAGO ANDRÉS CÁRDENAS SILVA

171068223-6

## DECLARACIÓN

Yo, **JULIO ALBERTO ESPINOZA LANDETA** declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.



---

JULIO ALBERTO ESPINOZA LANDETA

C.I. 0927266445



## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA DESPULPADORA DE NARANJILLA PARA LA EMPRESA MR. FREEZE**”, que, para aspirar al título de **Ingeniero en Mecatrónica** fue desarrollado por **Julio Espinoza**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 19, 27 y 28.



Ing. Marcela Parra Pintado, MSC

**DIRECTOR DEL TRABAJO**

C.I.1803107596

## **AGRADECIMIENTO**

A mi madre que mediante sacrificios me brindó su apoyo incondicional, y con su ejemplo sembró en mí la tenacidad y la búsqueda constante del progreso personal y profesional.

A mi padre, quien durante mis primeros años de vida me inculcó disciplina, y me enseñó que el camino al éxito profesional es la búsqueda constante de la perfección en cada labor propuesta.

A Carolina Pinto, por ser mi compañera de vida; con quién he celebrado mis victorias y también quien ha sido mi apoyo y refugio durante mis derrotas.

A mi hermana Ema Espinoza y a mi sobrina Renatta Montenegro, quienes han sido mi fuente de inspiración y amor para alcanzar las metas propuestas.

A Luis Drouet y Fernando Tigreiro, hermanos de vida, quienes me han brindado su amistad incondicional y mediante buenos consejos buscan siempre mi bienestar y superación profesional y personal.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

	<b>PÁGINA</b>
<b>RESUMEN</b>	vi
<b>ABSTRACT</b>	vii
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	
<b>2. MARCO TEÓRICO</b>	
2.1. NARANJILLA	4
2.1.1. PULPA DE NARANJILLA	5
2.2. PROCESO DE DESPULPADO DE FRUTA.	6
2.3. PROCESO DE OBTENCIÓN DE PULPA	6
2.4. TIPOS DE MÁQUINA DESPULPADO	7
2.4.1. DESPULPADORA HORIZONTAL	7
2.4.2. DESPULPADORA VERTICAL	8
2.5. ACERO INOXIDABLE	8
<b>3. METODOLOGÍA</b>	
3.1. REQUERIMIENTO DEL DISEÑO	11
3.2. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS	12
3.2.1. MÁQUINA DESPULPADORA HORIZONTAL	12
3.2.2. MÁQUINA DESPULPADORA VERTICAL	12
3.2.3. RESULTADOS	13
3.4. DISEÑO	13
3.4.1. DISEÑO MECÁNICO	13
3.4.2. DISEÑO ELECTRONICO Y CONTROL.	36
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	
4.1. CARACTERÍSTICAS DE LA MÁQUINA	42
4.2. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD	42
4.2.1. VALOR DE LA MÁQUINA	42
4.2.2. EGRESOS DE LA EMPRESA	44
4.2.3. INGRESOS DE LA EMPRESA	47
4.2.4. RESULTADO DEL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD	47
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.</b>	



## ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
<b>Figura 1.</b> Destinos principales de exportación de naranjilla.	4
<b>Figura 2.</b> Naranjillas	5
<b>Figura 3.</b> Máquina despulpadora de fruta	6
<b>Figura 4.</b> Máquina despulpadora horizontal	7
<b>Figura 5.</b> Máquina despulpadora vertical	8
<b>Figura 6.</b> Material acero inoxidable	8
<b>Figura 7.</b> Metodología Mecatrónica	11
<b>Figura 8.</b> Caída de la pulpa hacia la despulpadora	15
<b>Figura 9.</b> Dimensiones del tambor	17
<b>Figura 10.</b> Diagrama de las varillas	18
<b>Figura 11.</b> Diagrama de cortantes	19
<b>Figura 12.</b> Diagrama de momento flector	19
<b>Figura 13.</b> Dimensiones del cilindro	21
<b>Figura 14.</b> Fuerza de las aspas	22
<b>Figura 15.</b> Aspas de la máquina despulpadora.	23
<b>Figura 16.</b> Dimensiones de la platina	23
<b>Figura 17.</b> Dimensiones del anillo separador	24
<b>Figura 18.</b> Dimensiones del aspa de grilón	25
<b>Figura 19.</b> Diagrama de Fuerzas que actúan en la máquina	32
<b>Figura 20.</b> Cortante	33
<b>Figura 21.</b> Momento flector	33
<b>Figura 22.</b> Chumacera de piso	36
<b>Figura 23.</b> Chumacera de pared de 2 agujeros.	36
<b>Figura 24.</b> Máquina despulpadora de naranjilla	36
<b>Figura 25.</b> Conexión del sensor Pointek CLS 100	37
<b>Figura 26.</b> Interruptor	38
<b>Figura 27.</b> PLC 230 RC	38
<b>Figura 28.</b> Diagrama de flujo de la máquina despulpadora.	39
<b>Figura 29.</b> Conexión de los sensores al PLC 230RC	40

# ÍNDICE DE TABLAS

	<b>PÁGINA</b>
<b>Tabla 1.</b> Composición química de lulo por cada 100 g.	5
<b>Tabla 2.</b> Característica del Néctar.	5
<b>Tabla 3.</b> Numeración de acero inoxidable.	9
<b>Tabla 4.</b> Resultados de Matriz de ponderación.	13
<b>Tabla 5.</b> Tamaño y peso de la fruta de naranjilla.	14
<b>Tabla 6.</b> Diferentes valores de dimensiones de la tolva.	16
<b>Tabla 7.</b> Fuerza de corte de la fruta de naranjilla.	18
<b>Tabla 8.</b> Tipos de Banda.	29
<b>Tabla 9.</b> Factor de corrección de potencia para correas.	30
<b>Tabla 10.</b> Pesos de elementos de la estructura.	34
<b>Tabla 10.</b> Pesos de elementos continuación.	35
<b>Tabla 12.</b> Lista de Entradas del PLC.	38
<b>Tabla 13.</b> Lista de salidas del PLC.	39
<b>Tabla 14.</b> Costo de la máquina parte mecánica.	42
<b>Tabla 15.</b> Costo electrónico y control.	44
<b>Tabla 17.</b> Resultados del valor de la máquina.	44
<b>Tabla 18.</b> Costo de materia prima.	45
<b>Tabla 19.</b> Costo de mano de obra (sueldos).	45
<b>Tabla 20.</b> Total de egresos.	45
<b>Tabla 21.</b> Detalle de los préstamos.	46
<b>Tabla 23.</b> Detalle por años del préstamo.	46
<b>Tabla 24.</b> Proyección de ventas	47
<b>Tabla 25.</b> Flujo de efectivo de la empresa Mr. Freeze.	47
<b>Tabla 26.</b> Van y Tir del proyecto.	47



# ÍNDICE DE ANEXOS

**PÁGINA**

**Anexo 1. Planos**

**54**

## RESUMEN

El proyecto desarrollado corresponde al estudio de factibilidad para la implementación de una máquina despulpadora de naranjilla para la empresa Mr. Freeze, en el diseño se tomó en cuenta el costo que tendría la implementación de la máquina en la empresa y el tiempo de retorno de la inversión.

En la primera etapa del proyecto se realizó un análisis del estado actual de los procesos que tiene implementados la empresa Mr. Freeze para la obtención de pulpa de naranjilla, como resultado del análisis y observación de estos procesos se elaboró una lista de requerimientos que sirvieron como base para el diseño del presente proyecto, además de siempre cumplir con normas de seguridad industrial y manejo de alimentos.

Luego del análisis de los distintos métodos que existen de despulpado y tomando en cuenta los requerimientos del cliente se tiene un diseño que obtiene 80 kg diarios de pulpa de naranjilla trabajando 8 horas, la máquina posee una tolva de  $7052,73 \text{ cm}^3$  y requiere de un operario; el diseño de control está compuesto por un PLC, botón de encendido, pulsador de paro de emergencia, sensores de nivel de pulpa en la tolva y sensor en la tapa del tamiz.

Para el diseño de la máquina despulpadora se utilizó acero inoxidable debido a que es el material recomendado para la manipulación de alimentos.

Para determinar la rentabilidad del diseño se analizó los resultados del VAN y el TIR, los cuáles determinan que el proyecto es viable con un periodo de retorno de la inversión de un año y un mes.

**PALABRAS CLAVES:** pulpa, despulpadora, PLC, retorno de inversión, VAN, TIR, naranjilla.

## ABSTRACT

The developed project corresponds to the feasibility study for the implementation of a pulped machine of naranjilla for the company Mr. Freeze, in the design; it was considered the cost of the implementation of the machine in the company and the time of return on investment.

In the first phase of the project, an analysis of the current state of the processes that has implemented the company Mr. Freeze for obtaining naranjilla pulp was performed. As a result of the observation and analysis of these processes, it was developed a list of requirements that were the basis for the design of this project; in addition, to always comply with standards for industrial safety and food handling.

After of the analysis of the different methods that exist of pulped machine and considering the requirements of the client, it was obtained a design that gets 80 kg daily naranjilla pulp working 8 hours. The machine has a hopper of  $7052,73 \text{ cm}^3$  and requires an operator; the design of control is composed of a PLC, power button, emergency stop button, pulp level sensors in the hopper and sensor in the strainer cap.

For the design of the pulped machine was used stainless steel because it is the recommended material for handling food.

To determine the profitability of the design the results of the NPV and the IRR were analyzed, which determined that the project is feasible with a period of return on investment of one year and one month.

Key words: pulp, pulper machine, PLC, return on investment, NPV, TIR, naranjilla.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Son conocidas las excelentes características de los suelos y clima que posee Ecuador lo cual beneficia a todos los ecuatorianos puesto que se cuenta con una extensa variedad de productos alimenticios a bajo costo con referencia a otros países; en la actualidad la tendencia de las industrias del país es tratar de mejorar sus ingresos adicionando valores agregados a sus productos, las empresas productoras de frutas además de dedicarse a la siembra y cosecha de frutas han implementado procesos artesanales para la obtención de pulpa de frutas, o en otros casos se han abierto empresas que se dedican exclusivamente al despulpado y empaçado de pulpa de frutas. Cabe mencionar que Ecuador produce en su mayoría frutas de climas tropicales las cuáles son consideradas exóticas en otros países, por lo que a nivel mundial las frutas ecuatorianas cuentan con una gran demanda.

El mayor beneficio que brinda el proceso de despulpado y empaçado de pulpa de frutas es que bajo esta condición la pulpa puede tener mayor tiempo de vida de consumo sin perder sus propiedades nutritivas.

En la empresa Mr. Freeze se pudo constatar que actualmente están realizando el proceso de despulpado de fruta de forma artesanal y la máquina que se usa en este proceso cuenta con varias deficiencias:

La capacidad de fruta que puede despulpar no es suficiente para la capacidad instalada en los cuartos fríos que posee la empresa, donde se almacena la pulpa luego del despulpado y empaçado.

La máquina no es totalmente automática, ya que la gran parte del proceso se lo realiza de forma manual.

Las condiciones actuales de la máquina no brindan todas garantías de seguridad industrial.

Por lo expuesto anteriormente en la definición del problema, es necesario realizar un estudio de factibilidad para verificar las ventajas y desventajas que tendría la implementación de una nueva máquina despulpadora que cubra las deficiencias actuales.

Al tener una nueva máquina despulpadora que provoque que la empresa trabaje al 100 por ciento de su capacidad instalada se logrará aumentar considerablemente los ingresos, además el proceso de despulpado ya no será el cuello de botella dentro de la empresa.

El principal objetivo del proyecto es realizar un estudio de factibilidad para la implementación de una máquina despulpadora de naranjilla para la empresa Mr. Freeze.

Con cada uno de los siguientes objetivos específicos:

- Analizar los procesos de despulpado que al momento tiene implementado la empresa Mr. Freeze.
- Diseñar un sistema de despulpado para le empresa Mr. Freeze que cubra las falencias actuales.
- Realizar simulaciones para verificar la funcionalidad del sistema mecánico de despulpado diseñado.
- Realizar el estudio de factibilidad del tiempo de retorno de la inversión.



## **2. MARCO TEÓRICO**

En Ecuador existen gran variedad de frutas, debido a la ubicación geográfica del Ecuador y su diversidad climática, “*producen las llamadas frutas no tradicionales entre ellos están: mango, piña, pitahaya, papaya, naranjilla, tomate de árbol, limón (Tahití, Sutil), mora, uvilla, maracuyá, limón, kiwi, guayaba, guanábana, granadilla, entre otros productos*” (Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones, 2012).

El presente proyecto está enfocado a la obtención de pulpa de naranjilla, como se muestra en la figura 1 Ecuador es un productor de naranjilla y actualmente exporta este producto a varios países:



**Figura 1.** Destinos principales de exportación de naranjilla.  
(Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones, 2012)

## 2.1. NARANJILLA

La fruta se la conoce como “*Solanum quitoense*” (Solagro, 2006) es una fruta tradicional del Ecuador y se caracteriza por su color rojizo, pulpa amarilla y su acidez; es una planta originaria de la región subtropical del Ecuador y Colombia, actualmente se la utiliza para la elaboración de: yogurt, helados, bebidas, mermeladas, etc. La naranjilla tiene forma redonda como se indica en la figura 2.



**Figura 2.** Naranjillas  
(Solagro, 2006)

### 2.1.1. PULPA DE NARANJILLA

Es el producto obtenido de la separación de las partes comestibles en este caso de fruta de naranjilla sana, madura y limpia que es 100% natural; esta pulpa al ser congelada mantiene: el sabor y sus propiedades nutricionales, la composición química del lulo se indica en la tabla 1.

**Tabla 1.** Composición química de lulo por cada 100 g.

Agua	87.5 %
Proteína	0.71 %
Grasa	0.16 %
Cenizas	0.89 %
Carbohidratos	8 %
Fibra	2.6 %
Calcio	40.2 mg
Hierro	1.03 mg
Fosforo	19.3 mg
Vitamina C	30.1 mg

(Gomez, Libia, & Cruz, 2014)

La relación de la pulpa obtenida y desechos luego del proceso de despulpado se muestra en la tabla 2:

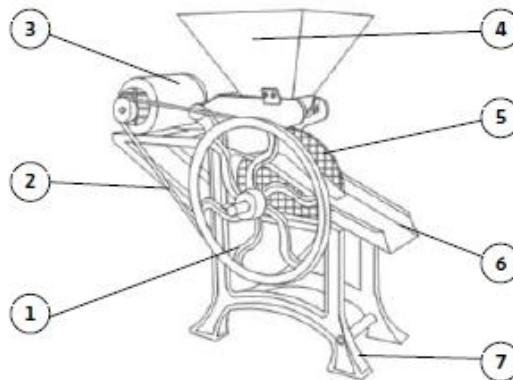
**Tabla 2.** Característica del Néctar.

Pulpa de naranjilla:	65%
Desechos:	35%

(FAO, 2013)

## 2.2. PROCESO DE DESPULPADO DE FRUTA.

Este proceso consiste en obtener la pulpa separada de las semillas, cáscara y residuos; el proceso inicia desde que la fruta es colocada en la tolva, luego pasa por el tamiz que gracias a la fuerza centrífuga de giro en conjunto con las paletas provoca que la masa vaya en contra del tamiz, consiguiendo así que la pulpa pase a través de las hendiduras del tamiz como por ejemplo un cernidor.



**Figura 3.** Máquina despuladora de fruta  
(Secretaría del trabajo previsión social, 2011)

Las partes de la máquina despuladora indicadas en la figura 3 son:

1. Volante
2. Banda
3. Motor
4. Tolva
5. Tamiz
6. Salida de pulpa
7. Soporte

## 2.3. PROCESO DE OBTENCIÓN DE PULPA

Para la obtención de pulpa la empresa Mr. Freeze tiene implementado el proceso descrito a continuación:

- ✓ *Recepción y pesaje de la fruta:* se recepta y se pesa el producto.

- ✓ *Lavado y desinfectado:* se elimina todo tipo de microorganismos y suciedades.
- ✓ *Despulpado:* es la operación en la que se separa la pulpa de los demás residuos como son: las semillas, cáscaras y otros.
- ✓ *Pesaje y empacado:* se realiza el pesado y empacado de forma manual, dependiendo del tipo de mercado el empaque pueden ser vasos o bolsas.
- ✓ *El sellado:* es el sellado hermético de las fundas para garantizar sus propiedades nutricionales.
- ✓ *Almacenamiento de la pulpa:* La pulpa debe almacenarse con refrigeración.

## 2.4. TIPOS DE MÁQUINA DE DESPULPADO

Existen dos tipos de máquinas despulpadoras y se las usa dependiendo del producto a despulpar:

### 2.4.1. DESPULPADORA HORIZONTAL

Estas máquinas horizontales figura 4, constan de un eje en el cual se fijan unas paletas de acero inoxidable, existen despulpadoras horizontales con capacidad de producción variable; algunas despulpadoras horizontales en lugar de aspas tienen un tornillo sin fin.



**Figura 4.** Máquina despulpadora horizontal  
(Penagos Hermanos, 2015)

### 2.4.2. DESPULPADORA VERTICAL

Este tipo de despulpadora figura 5 reduce el agua en el despulpado y minimiza el uso de energía. Consta de una estructura cónica que permite despulpar frutos de diferentes tamaños.



**Figura 5.** Máquina despulpadora vertical  
(Arteinox, 2016)

### 2.5. ACERO INOXIDABLE

El acero inoxidable figura 6, fue desarrollado en los inicios de la Primera Guerra Mundial, este material tiene una aleación de “*Fierro (Fe) en aproximadamente un 70% y un 30% de otros elementos, entre los cuales el Cromo (Cr) debe estar como mínimo al 11%*”. (jnaceros, 2014).

El acero inoxidable es el material elegido para construir equipos destinados a las industrias alimenticias, de lácteos y químicos; la numeración del acero inoxidable se indica en la tabla 3.



**Figura 6.** Material acero inoxidable  
(Arteinox, 2016)



## Propiedades del acero inoxidable

- Resistente a la corrosión
- Resistente al calor
- Resistencia Mecánica
- Bajo coste de ciclo de vida
- Reciclable
- Fácil fabricación y limpieza

**Tabla 3.** Numeración de acero inoxidable

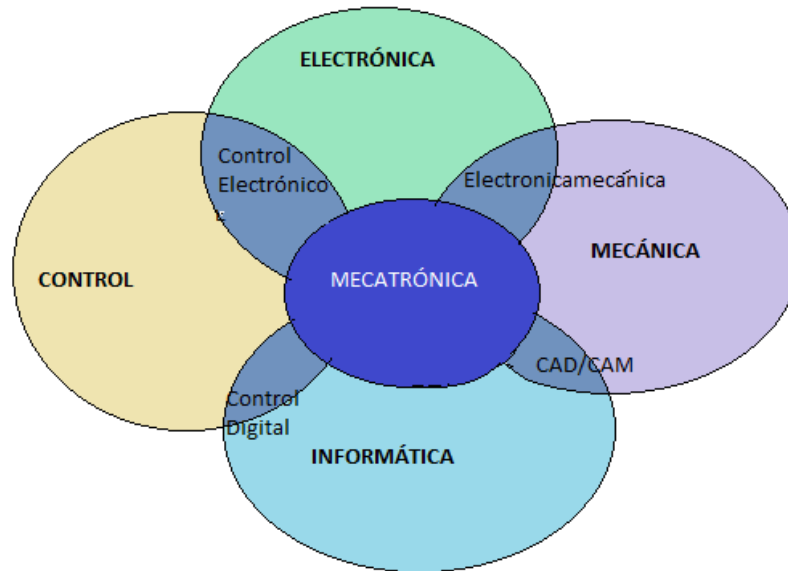
Designación de Serie	Grupos
2XX	Cromo-níquel-manganeso; no endurecibles, austeníticos, no magnéticos.
3XX	Cromo-níquel; no endurecibles, austeníticos, no magnéticos.
4XX	Cromo-carbono; endurecibles, martensíticos, magnéticos.
4XX	Cromo; no endurecibles, ferríticos, magnéticos.
5XX	Cromo; bajo cromo, resistentes al calor.

(Avner, 2015)

**Acero inoxidable 304.** Es el material más adecuado para manufactura de la medicina y de alimentos, las propiedades del acero inoxidable 304 ofrecen características únicas a un precio competitivo, haciéndolo la alternativa lógica para requerimientos de artefactos médicos y de manejo de alimentos.

### **3. METODOLOGÍA**

En este capítulo se detalla la metodología a utilizar y las herramientas necesarias para la realización de la máquina despulpadora. Este proyecto comprende distintas áreas como electrónica, mecánica y control por lo que se usará la metodología mecatrónica detalla en la figura 7:



**Figura 7.** Metodología Mecatrónica  
(W.Bolton., 2013)

Mecatrónica es una nueva rama de la ingeniería que se define como: *“Mecatrónica es la combinación sinérgica de la ingeniería mecánica de precisión, de la electrónica, del control automático y de los sistemas para el diseño de productos y procesos”*. (J.A. Rietdijk, 2015)

### **3.1. REQUERIMIENTOS DEL DISEÑO**

Depende de las necesidades y solicitudes del cliente o mercado, en este caso el diseño tendrá como base los requerimientos solicitados por la empresa Mr. Freeze:

Procesar 80 kg diariamente.

Construida de acero inoxidable por el contacto con el alimento.

Contar con un botón de paro total de emergencia.

Que tenga seguridad industrial.

## **3.2. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS**

Para la selección de alternativas se utilizara la matriz de ponderación colocando como alternativa ganadora a la máquina que obtiene el valor más alto. Los factores para la elección del tipo de máquina despulpadora de pulpa de naranjilla son:

- Bajo costo
- Fácil operación
- Fácil de montaje
- Fácil mantenimiento
- Despulpado de fruta de naranjilla
- Despulpado de calidad
- Ahorro de energía
- Utilización de Agua

### **3.2.1. MÁQUINA DESPULPADORA HORIZONTAL**

Esta máquina tiene como función eliminar partículas de semillas o cascara en la obtención de pulpa de fruta.

#### **Ventajas:**

- Bajo cascareo
- Aumento de productividad
- Sin pérdida de grano en la pulpa
- No usa agua

#### **Desventajas:**

Se cambia el tamiz dependiendo del tamaño de fruta a procesar.

### **3.2.2. MÁQUINA DESPULPADORA VERTICAL**

Esta máquina reduce el agua en el despulpado, en el cual la fruta es ingresada por la tolva y cae a un tamiz vertical.

#### **Ventajas**

- Elimina agua en el despulpado

- Ahorro de energía

### Desventajas

- Vibración en la estructura

### 3.2.3. RESULTADOS

De acuerdo al resultado en la tabla 4, se tiene que la alternativa ideal es la 1. Máquina despulpadora de fruta horizontal.

**Tabla 4.** Resultados de Matriz de ponderación.

Factores	Ponderación	Alternativa 1	Alternativa 2
Bajo costo	8	7	7
Fácil operación	7	6	6
Fácil de montaje	6	6	6
Fácil mantenimiento	7	7	7
Despulpado de fruta de naranjilla	9	8	7
Despulpado de calidad	8	8	8
Ahorro de energía	8	8	8
Utiliza agua	5	5	2
		408	384

### 3.4. DISEÑO

El diseño de la máquina se divide en dos partes; la parte mecánica y electrónica de control y cumple con los requisitos solicitados por la empresa Mr. Freeze

#### 3.4.1. DISEÑO MECÁNICO

Como se verificó en la selección de alternativas para el despulpado de naranjilla es ideal usar el despulpado horizontal, a continuación el diseño de cada uno de sus elementos:

- **Diseño de la tolva**

La empresa Mr. Freeze requiere despulpar 80 kg al día de naranjilla, por lo tanto por hora se requiere despulpar 10 kg.

Para dimensionar la tolva se requiere saber el tamaño y peso de la naranjilla, por este motivo se analiza la norma NTE INEN 2303 que contiene los tamaños y masas de los tipos de naranjillas disponibles en Ecuador, tabla 5:

**Tabla 5.**Tamaño y peso de la fruta de naranjilla

Calibre	Masa [g]	Diámetro ecuatorial [mm]	Longitud [mm]
<b>Naranjilla híbrido puyo</b>			
Grande	> 80	< 50	> 47
Mediana	80 – 50	50 - 45	47 - 43
Pequeña	< 50	< 45	< 43
<b>Naranjilla de Jugo</b>			
Grande	> 130	< 68	> 55
Mediana	130 – 80	68 - 60	55 - 45
Pequeña	<80	< 60	< 45

(INEN, 2015)

Considerando que la empresa Mr. Freeze emplea para la obtención de pulpa de naranjilla un fruto de naranjilla de jugo de tamaño mediano, se considera para efectos de cálculo que la naranjilla de jugo tiene un diámetro ecuatorial promedio de 68 mm, longitud de 55 mm y peso de 130 g.

Para la boca de ingreso de la naranjilla hacia el despulpador se requiere de una distancia mayor a 68mm, para este caso se considera el de 80 mm, con lo cual se garantiza el ingreso de la fruta hacia el despulpador.

Se requiere colocar en la máquina 10 kg de naranjilla por hora, con este dato y considerando que cada naranjilla tiene un peso de 130 g, el número de naranjilla que deberán colocarse en la tolva es de:

$$N = 10000g / 130g = 76,9 \text{ naranjillas} \quad [1]$$

Para efectos de cálculo se considera 80 naranjillas, para dimensionar el volumen de tolva se procede a calcular el volumen de una naranjilla considerando que su forma es esférica, como sigue:

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3 \quad [2]$$

Dónde:

V= Volumen de la naranjilla

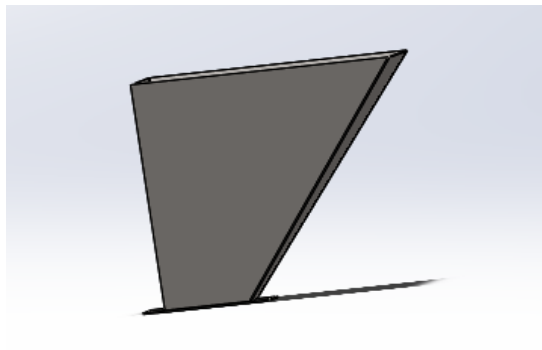
R= radio de la naranjilla =34 mm= 3,4 cm

$V=164,63\text{cm}^3$

El volumen total de la tolva será el volumen ocupado por las 80 naranjillas.

$V_{\text{tolva}}= 164,63 \times 80 =13170,9\text{cm}^3$

Para el diseño de tolvas se pueden considerar como piramidales, regulares o irregulares, en la primera los ejes de la base inferior y superior son concéntricos y en la segunda los ejes son excéntricos. En este caso se usa una tolva irregular con un lado recto y el otro inclinado con la finalidad de que ayude a la caída de la naranjilla hacia el ingreso de la despulpadora, como se ve en la figura 8.



**Figura 8.** Caída de la pulpa hacia la despulpadora

La fórmula para obtener el volumen de una pirámide irregular excéntrica se calcula con la siguiente fórmula [3]:

$$V= \frac{1}{3}. ab.h \quad [3]$$

Dónde:

ab= área de la base

h= altura de la pirámide

Se considera que se tiene una  $Abg$  que es el área de la base mayor de la tolva y una  $Abp$  que es el área de la base pequeña, con la fórmula [3] se calcula el volumen total de la tolva; el volumen de la tolva será la diferencia del volumen correspondiente al área grande y el volumen del área pequeña.

Se elabora una tabla con diferentes valores para obtener las dimensiones de la tolva, tabla 6 que se detalla a continuación:

**Tabla 6.** Diferentes valores de dimensiones de la tolva

Lado de boca mayor de tolva (cm)	Lado de boca menor de tolva (cm)	abg (cm <sup>2</sup> )	abp (cm <sup>2</sup> )	Altura prisma (cm)	Altura prisma pequeño (cm)	Volumen pirámide grande (cm <sup>3</sup> )	Volumen prisma pequeño (cm <sup>3</sup> )	volumen de tolva (cm <sup>3</sup> )	Altura de tolva (cm)
20	8	400	64	20	8	2666,67	170,67	2496	12
20	8	400	64	25	10	3333,33	213,33	3120	15
20	8	400	64	30	12	4000	256	3744	18
20	8	400	64	35	14	4666,67	298,67	4368	21
25	8	625	64	20	6,4	4166,67	136,53	4030,13	13,6
25	8	625	64	25	8	5208,33	170,67	5037,67	17
25	8	625	64	30	9,6	6250	204,8	6045,2	20,4
25	8	625	64	35	11,2	7291,67	238,93	7052,73	23,8
30	8	900	64	20	5,33	6000	113,78	5886,22	14,67
30	8	900	64	25	6,67	7500	142,22	7357,78	18,33
30	8	900	64	30	8	9000	170,67	8829,33	22
30	8	900	64	35	9,33	10500	199,11	10300,89	25,67
30	8	900	64	40	10,67	12000	227,56	11772,44	29,33
35	8	1225	64	20	4,57	8166,67	97,52	8069,14	15,43
35	8	1225	64	25	5,71	10208,33	121,9	10086,43	19,29
35	8	1225	64	30	6,86	12250	146,29	12103,71	23,14
35	8	1225	64	35	8	14291,67	170,67	14121	27

Se analiza los datos obtenidos con lo que se tiene dos opciones para seleccionar las dimensiones de la tolva, la primera opción es la tolva cuya base mayor tiene 35cm de lado, 8cm de lado en la boca de ingreso a la máquina y altura de tolva de 35 cm que entrega un volumen de  $14121\text{cm}^3$  y que satisface los requisitos para contener los  $13170,9\text{cm}^3$  de las 80 naranjillas; pero si se considera que la tolva se llena 2 veces por hora con un volumen de  $6585,45\text{cm}^3$  para satisfacer esta necesidad se puede elegir la tolva con lado de base mayor de 25 cm, lado de base menor 8 cm y altura de tolva de 23,80 cm con volumen de tolva de  $7052,73\text{cm}^3$ ; esta segunda opción requiere menor material para su construcción y por lo tanto menor costo.



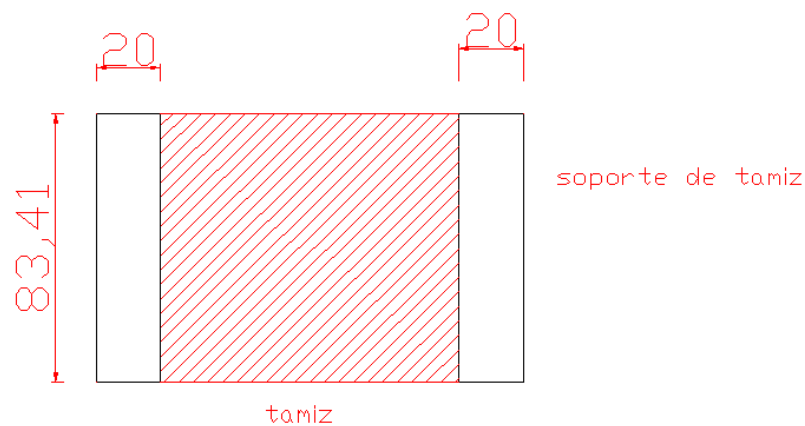
Se selecciona la segunda opción que será fabricada de acero inoxidable AISI 304 con un espesor de 1,5 mm que es el menor espesor que puede ser soldado sin que se produzcan deformaciones por efectos de calor durante el proceso de soldadura.

Por lo tanto el peso de la naranjilla dentro de la tolva será de 5 kg.

- **Dimensionamiento del tambor de despulpado**

El tambor de despulpado es el elemento de la máquina que está conformado por un par de aspas giratorias y un tamiz cilíndrico fijo, permite separar la pulpa y los desperdicios.

Para fabricar los soportes del tamiz estático se elige un tubo circular de 3 pulgadas de diámetro nominal, de acero inoxidable AISI 304 diámetro exterior 83,41mm, 20 mm de largo y espesor 3 mm; y para el tamiz se escoge acero inoxidable AISI 304 con agujeros de 0,6 mm y espesor de 0,6mm, en la figura 9 se indica el diagrama propuesto:



**Figura 9.** Dimensiones del tambor

- **Cortador de fruta**

En la máquina propuesta se colocará un pre destructor de fruta que estará formado por varillas soldadas al eje, este elemento requiere de una fuerza para romper la naranjilla de jugo; la fuerza necesaria para romper la naranjilla se detalla a continuación:

**Tabla 7.** Fuerza de corte de la fruta de naranjilla

Fruta	Fuerza de corte (N)
Naranjilla	98,07 N

(Castro, 2015)

El cortador de la naranjilla consiste en 3 varillas de acero inoxidable de 8 mm de diámetro y 20 mm de longitud, soldadas sobre el eje; sobre estas varillas actuarán las fuerza de corte y la fuerza que ejerce el peso de las naranjillas, la fuerza total que actúa sobre estos elementos se indica a continuación:

$$F_c = F_{wn} + F_{cn} \quad [4]$$

Dónde:

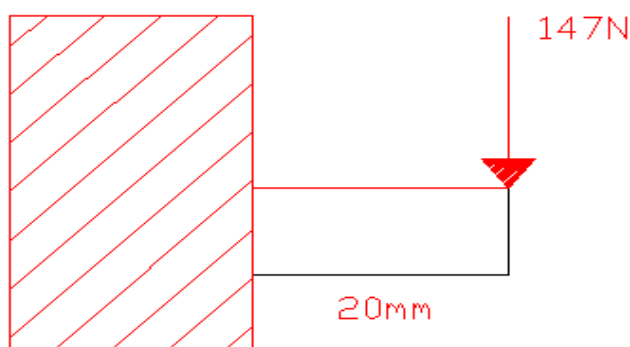
$F_c$  = Fuerza cuchillas

$F_{wn}$  = Fuerza del peso de las naranjillas en la tolva = 5 kg = 49N

$F_{cn}$  = Fuerza de corte para la naranjilla = 10kg = 98N

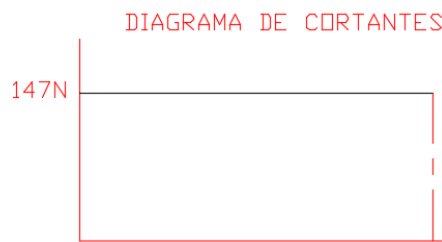
$F_c = 147N$ .

Para efectos de cálculo las varillas al estar soldadas sobre el eje se consideran como vigas en cantiléver, sobre la cual actúa una fuerza de 147 N, el diagrama de las varillas propuestas se indica a continuación:

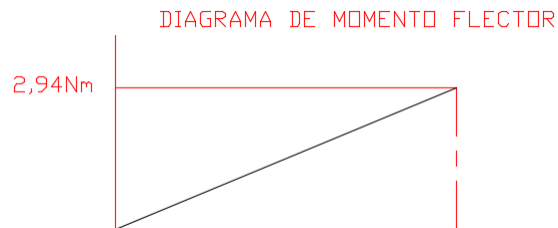


**Figura 10.** Diagrama de las varillas

Los diagramas de cortantes y el momento flector se indican en los siguientes gráficos:



**Figura 11.** Diagrama de cortantes



**Figura 12.** Diagrama de momento flector

El esfuerzo por flexión para un eje circular se calcula mediante la siguiente fórmula [5]:

$$\sigma = \frac{M_A * C}{I} \quad [5]$$

Dónde:

$\sigma$  = Esfuerzo por flexión

$M_A$  = Momento flector en A= 30kg-cm

$C$ = Distancia a la fibra media, que se calcula con la fórmula [6]

$I$ = Momento de inercia para una barra circular, que se calcula la fórmula [7]

$$C = \frac{d}{2} = 4\text{mm} \quad [6]$$

La inercia de la barra se calcula con la siguiente fórmula [7]

$$I = \frac{\pi d^4}{64} \quad [7]$$

Dónde:

$d$ = diámetro de la varilla (8mm)

$I=0,020\text{cm}^4$

$$\sigma = (30 \text{ kg-cm} \times 0,4 \text{ cm})/0,020\text{cm}^4 = 600 \text{ kg/cm}^2$$

El Sut del acero inoxidable AISI 304 es  $5300 \text{ kg/cm}^2$

$$Se=2650 \times 0,78 \times 1 \times 0,897 \times 1,020 \times 1 \times 1$$

$$Se = 1891,18 \text{ kg/cm}^2$$

El factor de seguridad es:

$$n = (1891,18 \text{ kg/cm}^2)/(600 \text{ kg/cm}^2) \quad [8]$$

$$n = 3,15$$

Con este cálculo las cuchillas soportarán el requerimiento sin problemas.

El volumen de los cortadores de fruta se obtiene con la fórmula [9]:

$$V = \frac{\pi d^2}{4} \quad [9]$$

Dónde:

V= volumen de un cortador

d= diámetro de la varilla del cortador, 8mm

l= largo de la varilla

$$V=1\text{cm}^3$$

Como se trata de 3 cortadores el volumen total será de  $3\text{cm}^3$ .

La masa de los cortadores de fruta se obtiene con la siguiente la fórmula [10]:

$$\delta = m/V \quad [10]$$

Dónde:

$$\delta = \text{densidad del acero inoxidable} = 7,93 \text{ g/cm}^3$$

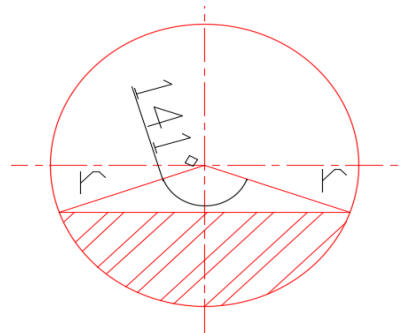
m= masa de la varilla de cortador

$$V = 3\text{cm}^3 * 7,93 \text{ g/cm}^3 = 23,91\text{g} = 0,0239 \text{ kg}$$

- **Diseño de las aspas**

Para el despulpado de la naranjilla se considera un diseño preliminar conformado por dos aspas desplazadas entre sí por un ángulo de 90 grados, y acopladas al eje mediante un bocín.

La fuerza que se requiere para mover el peso al interior del cilindro de despulpado debe ser mayor al peso de la fruta que se encuentra en su interior, para efectos de cálculo se supone que la pulpa que se cortó en el pre-destructor de fruta alcanza la tercera parte de la altura del diámetro del cilindro como se observa en el siguiente figura 13:



**Figura 13.** Dimensiones del cilindro

Se forma un segmento de sección circular que se calcula con la siguiente fórmula [10]:

$$A = \frac{r^2(a - \text{sen } a)}{2} \quad [10]$$

Dónde:

A= área que ocupa la fruta al interior del tambor de despulpado

r= radio del tamiz= 4,17cm

$\alpha$  = el ángulo que subtiende el arco de circunferencia = 141grados=2,46 rad

$$A = [(4,17)^2 (2,46 - 0,62)]/2$$

$$A = 16 \text{cm}^2$$

El volumen que ocupa la pulpa al interior del cilindro se calcula con la fórmula [11]:

$$V = A * L$$

[11]

$$V = 16\text{cm}^2 * 12,8 \text{ cm}$$

$$V = 204,8\text{cm}^3$$

El número de frutas en este volumen será:

$$V = 204,8\text{cm}^3 / 164,63\text{cm}^3$$

$$V = 1,24 \text{ naranjillas}$$

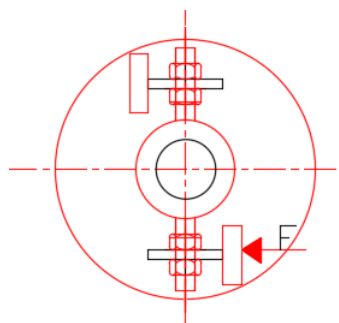
El peso de la fruta será:

$$F = 1,24 \text{ Naranjillas} * 130 \text{ gr} = 161\text{gr} = 0,161 \text{ Kgf} = 1,58\text{N}$$

Este dato obtenido es la fuerza mínima que se necesita para mover la inercia de esta masa para que se produzca el movimiento.

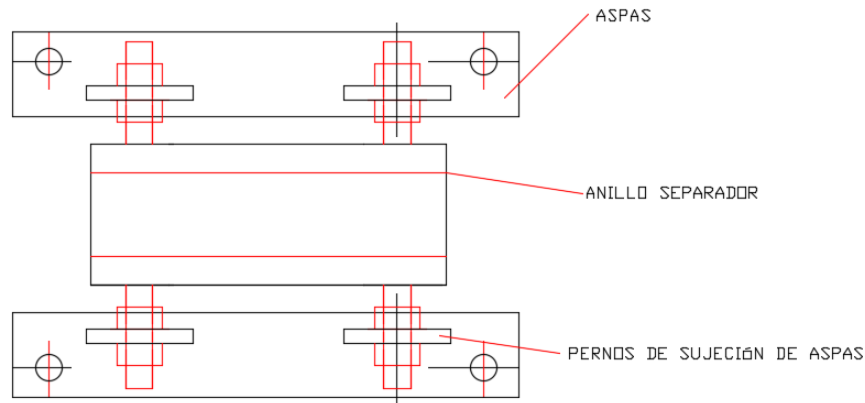
Cabe mencionar que no existe bibliografía que indique la fuerza que se requiere para que la fruta por medio de las aspas atraviese el tamiz y separe la pulpa y los residuos.

La finalidad de las aspas es aplastar los pedazos de naranjilla cortadas mediante las varillas de corte en el proceso anterior, la fuerza para aplastar la naranjilla a través de las aspas contra el tamiz no es un dato conocido y que no se indica en ninguna tesis sobre despulpadoras de frutas, sin embargo esta fuerza siempre deberá ser menor que la fuerza requerida para cortar la naranjilla que es 98,07 N con la que se realizó los cálculos de la cuchilla de corte; para efectos de cálculo se tomara esta fuerza para dimensionar las aspas. A continuación se detalla un diagrama de las aspas figura 14:



**Figura 14.** Fuerza de las aspas

Las aspas de la máquina constan de 3 partes principales, las aspas, el anillo separador que permite acoplar las aspas con eje motriz y la estructura de las aspas formada por los pernos de sujeción, como se indica en la figura [15].



**Figura 15.** Aspas de la máquina despuladora.

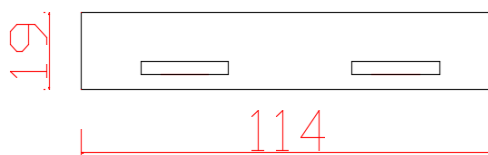
Para calcular la potencia que se requiere para mover las aspas previamente se debe calcular las inercias necesarias para iniciar el movimiento.

- **Momento de inercia de aspas**

Consta de los siguientes momentos de inercia:

***Momento de inercia de las platinas soporte de aspas de grilón***

Para el cálculo del momento de inercia se usa la masa de la platina considerando la densidad del acero inoxidable y las dimensiones de la figura 16.



**Figura 16.** Dimensiones de la platina

Se calcula el volumen con la fórmula [12]

$$V=a.b.h$$

[12]

$$V= 11,4 \times 1,9 \times 0,3$$

$$V=3,078 \text{ cm}^3$$

Luego se calcula la masa con la fórmula [13]

$$M=V.d \quad [13]$$

$$M= 3,078 \text{ cm}^3 \times 7,93 \text{ g/cm}^3 = 24,40 \text{ g} = 0,0244 \text{ kg}$$

La inercia de las platinas se calcula con la fórmula [14]:

$$I_p = m(a^2 + b^2)/12 \quad [14]$$

$$I_p = 0,0244(0,0192 + 0,0032)/12$$

$$I_p = 3,23 \times 10^{-5} \text{ kgm}^2$$

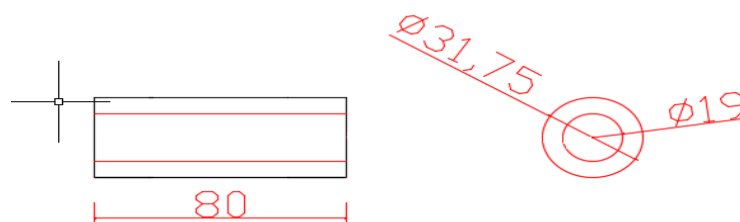
Como son dos platinas la Inercia total será:

$$I_p = 3,23 \times 10^{-5} \text{ kgm}^2 \times 2$$

$$I_p = 6,46 \times 10^{-5} \text{ kgm}^2$$

- **Momento de inercia del anillo separador**

Similar al análisis anterior se obtiene la masa del anillo separador con las dimensiones de la figura 17.



**Figura 17.** Dimensiones del anillo separador

Se calcula el volumen con la fórmula [15]

$$V= \pi * ((de^2 + di^2)L/4 \quad [15]$$

$$V= \pi * (3,1752 - 1,92) * 8 / 4$$

$$V=40,65 \text{ cm}^3$$



Luego se calcula la masa con la fórmula [13]

$$m = 40,65 \text{ cm}^3 * 7,93 \text{ g/cm}^3 = 322,35 \text{ g} = 0,3225 \text{ kg}$$

La inercia del anillo separador se obtiene con la fórmula [16]:

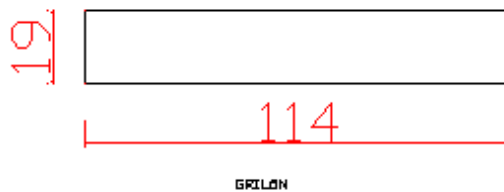
$$I_a = m(re^2 + ri^2) / 2 \quad [16]$$

$$I_a = 0,3225(0,0158752 + 0,0952) / 2$$

$$I_a = 1,49 \times 10^{-3} \text{ kgm}^2$$

- **Momento de inercia del aspa de grilón**

Con el mismo criterio se calcula la masa de las aspas de grilón utilizando las dimensiones de la figura 18.



**Figura 18.** Dimensiones del aspa de grilón

Se calcula el volumen con la fórmula [12]

$$V = 11,4 \times 1,9 \times 0,6$$

$$V = 6,156 \text{ cm}^3$$

Se calcula la masa con la fórmula [13]

$$m = 6,156 \text{ cm}^3 * 1,14 \text{ g/cm}^3 = 7,017 \text{ g} = 0,007017 \text{ kg}$$

Y la inercia se calcula con la fórmula [14]:

$$I_p = m(a^2 + b^2) / 12$$

$$I_p = 0,0244(0,0192 + 0,0062) / 12$$

$$I_p = 2,32 \times 10^{-7} \text{ kgm}^2$$

En este proyecto se considera dos aspas por lo que el momento de inercia es:

$$I_p = 4,64 \times 10^{-7} \text{ kgm}^2$$

La inercia de movimiento se debe calcular al eje imaginario ubicado en el centro del eje del despulpador, sin embargo las inercia de las aspas y platinas de sujeción no lo están por tanto para calcular la inercia correspondiente al eje de referencia se debe aplicar el Teorema de Steiner o de los ejes paralelos; el teorema de Steiner establece que el momento de inercia con respecto a cualquier eje paralelo a un eje que pasa por el centro de masa, es igual al momento de inercia con respecto al eje que pasa por el centro de masa más el producto de la masa por el cuadrado de la distancia entre los dos ejes, fórmula [17]:

$$I_{\text{eje}} = I_{\text{eje CM}} + mh^2 \quad [17]$$

Dónde::

$I_{\text{eje}}$  = inercia respecto al eje de referencia

$I_{\text{ejeCM}}$  = inercia respecto al eje que pasa por el centro de gravedad

$m$  = masa total

$h$  = distancia entre los ejes paralelos considerados

La distancia entre los ejes considerados será de 2,5 cm

La inercia del eje de referencia para el caso de la platina se soporte del grilón es:

$$I_{\text{eje}} = 6,46 \times 10^{-5} \text{ kgm}^2 + 0,0244 \text{ kg} (0,0252)$$

$$I_{\text{eje}} = 7,98 \times 10^{-5} \text{ kgm}^2$$

La inercia al eje de referencia para el caso de las aspas de grilón es:

$$I_{\text{eje}} = 4,64 \times 10^{-7} \text{ kgm}^2 + 0,007017 \text{ kg} (0,0252)$$

$$I_{\text{eje}} = 4,39 \times 10^{-4} \text{ kgm}^2$$

La inercia total del sistema es:

$$I_t = 1,49 \times 10^{-3} \text{ kgm}^2 + 4,39 \times 10^{-4} \text{ kgm}^2 + 7,98 \times 10^{-5} \text{ kgm}^2$$

$$I_t = 2 \times 10^{-3} \text{ kgm}^2$$

- **Potencia del motor**

La potencia requerida para seleccionar el motor se calcula con la siguiente fórmula [18]:

$$P_m = P_{\text{cuchillas}} + P_{\text{masa}} + P_{\text{aspas}} \quad [18]$$

Dónde:

$P_{\text{cuchillas}}$  = potencia para mover las cuchillas

$P_{\text{masa}}$  = potencia para mover la naranjilla en el interior del tambor de despulpado

$P_{\text{aspas}}$  = potencia para vencer la inercia de mover las aspas.

- **Potencia cuchillas**

Se calcula con la fórmula [19]

$$P_{\text{cuchillas}} = F \cdot r \cdot w \quad [19]$$

Dónde:

$F$  = fuerzas que actúa sobre las cuchillas = 15Kgf = 147N

$r$  = radio de las cuchillas = 2cm = 0,02m

$W$  = velocidad angular de despulpado considerada en este proyecto = 1750 rpm = 183.25 rad/s

$$P_{\text{cuchillas}} = 147 \cdot 0,02 \cdot 183,25 = 538,75 \text{ w}$$

- **Potencia necesaria para mover la naranjilla dentro del tambor de despulpado**

Se calcula con la fórmula [20]

$$P_{\text{masa}} = F \cdot r \cdot \omega \quad [20]$$

F= fuerzas para mover la masa de naranjilla dentro del cilindro de despulpado= 15Kgf=147N

r= radio de las cuchillas= 4,171cm=0,04171m

W= velocidad angular de despulpado considerada en este proyecto= 1750 rpm= 183.25 rad/s

$$P_{\text{masa}} = 1,58\text{N} \cdot 0,04171 \cdot 183,25 = 12,07 \text{ w}$$

- **Potencia debido a la inercia para mover el sistema de aspas.**

Para calcular la potencia debido a la inercia del sistema de aspas se usa la fórmula [21]:

$$E = (I_t \cdot \omega^2) / 2 \quad [21]$$

Dónde::

$I_t$ = inercia total del sistema de aspas

W= velocidad angular de despulpado

E= energía necesaria para empezar el movimiento del sistema de aspas de despulpado

$$E = 2 \times 10^{-3} \text{ kgm}^2 \cdot (183.25 \text{ rad/s})^2 / 2$$

$$E = 33,73 \text{ Nm}$$

Se considera que iniciar la inercia hasta que se mueva el sistema de aspas tome unos 60 segundos, la potencia se calcula con la fórmula [22]:

$$P_{\text{aspas}} = 33,73 \text{ Nm} / 60 \text{ s} \quad [22]$$

$$P_{\text{aspas}} = 0,56 \text{ w}$$

La potencia del motor será:

$$P_m = 538,75\text{w} + 12,07 \text{ w} + 0,56 \text{ w}$$

$$P_m = 551,38\text{w}$$

Se considera un factor de servicio de 1.5, la potencia del motor será:

$$P_m = 551,38w * 1.2 = 661,7w$$

Se selecciona un motor monofásico 110v/220v de 1750 rpm con potencia de 1 HP (746w) que cumple los requerimientos.

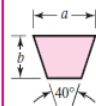
- **Selección de las bandas y poleas**

La transmisión de movimiento en el proyecto se la efectuará mediante un sistema de transmisión por bandas y poleas en V, de los resultados antes obtenidos y considerando que el eje de la despulpadora está previsto que gire a la misma velocidad del motor, se requiere seleccionar las poleas y bandas que se usarán.

Según la tabla 8 se puede utilizar una banda plana en V tipo A, para la potencia seleccionada del motor de 1HP (746W) en la Tabla 17-9 se indica que se puede emplear bandas entre ¼ a 10 HP.

**Tabla 8.** Tipos de Banda

**Table 17-9**  
Standard V-Belt Sections



Belt Section	Width $a$ , in	Thickness $b$ , in	Minimum Sheave Diameter, in	hp Range, One or More Belts
A	$\frac{1}{2}$	$\frac{11}{32}$	3.0	$\frac{1}{4}$ -10
B	$\frac{21}{32}$	$\frac{7}{16}$	5.4	1-25
C	$\frac{7}{8}$	$\frac{17}{32}$	9.0	15-100
D	$1\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	13.0	50-250
E	$1\frac{1}{2}$	1	21.6	100 and up

(Shigley, 1989)

Se selecciona para la máquina una polea de 3 pulgadas de diámetro, la distancia entre ejes según el diseño preliminar es de 378 mm, para calcular la longitud de la banda se aplica la fórmula [23] que se indica a continuación:

$$L = 2C + 1,57 (D + d) + \frac{(D - d)^2}{4C} \quad [23]$$

Dónde:

L= longitud de la correa

C= distancia entre centros de las poleas

D= diámetro de la polea mayor

d= diámetro de la polea menor

En este caso las dos poleas son iguales de 3 pulgadas de diámetro (76,2 mm), aplicando los datos a la fórmula anterior, la longitud de la banda es:

$$L = 2(378) + 1,57 (76,2+ 76,2) = 995,3 \text{ mm}$$

Si divide este dato para 25,4 y se obtiene la longitud primitiva de la banda en pulgadas, para este caso es 39 por lo que la banda seleccionada es la banda A39.

Para calcular el coeficiente por contacto de la banda y poleas se emplea la siguiente fórmula [24]:

$$R= (D-d)/C \quad [24]$$

Los diámetro son iguales y la relación  $R=0$ , con este dato se busca en la tabla 9 de factor de corrección de potencia de correas con  $R=0$  y ángulo de contacto de 90 grados, se obtiene que el factor de corrección es 1

**Tabla 9.** Factor de corrección de potencia para correas

(Dp-dp)/C	0.00	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.10	1.20	1.30	1.40
Arco de contacto	180°	174°	169°	163°	157°	151°	145°	139°	133°	127°	120°	113°	106°	99°	91°
Factor de corrección (F)	1.00	0.99	0.97	0.96	0.94	0.93	0.91	0.89	0.87	0.85	0.82	0.80	0.77	0.73	0.70

(Castro, 2015)

Se debe calcular la cantidad de bandas que requiere en la máquina con la fórmula [25]

$$\# \text{ Bandas} = P_{\text{motor}} / (\text{HP correa} * F_c) \quad [25]$$

$$\# \text{ Bandas} = 1 \text{ HP} / (2,33 * 1) = 0,43$$

El resultado obtenido indica que solo se requiere una banda.

- **Diseño del eje**

Las tensiones producidas en la polea, “*producen en la banda de transmisión tipo trapezoidal*” (Shigley, 1989), se establece según la siguiente fórmula [26]:

$$T1/T2 = e^{f\theta} \quad [26]$$

Dónde:

T1= Fuerza en el lado tirante

T2= Fuerza en el lado flojo

f= Coeficiente de rozamiento = 0,28 entre la superficie y la banda

$\theta$ = Ángulo de contacto en lado conducido en lado conducido en rad.= 180 grados = 3,1415 rad

Por otro lado el mismo autor establece que la potencia transmitida en un eje se calcula bajo la siguiente fórmula [27]:

$$P = (T1 - T2)V \quad [27]$$

Dónde:

P= potencia (vatios) en caso 1HP=746w

V= velocidad de la banda (m/s)

T1 y T2 (N). En este caso las dos poleas son iguales 3 pulgadas de diámetro (76,2 mm) por lo tanto la velocidad se calcula con la fórmula [28]:

$$V = WD/2 \quad [28]$$

Dónde:

V= velocidad de la banda (m/s)

W= velocidad angular= 1750 rpm=183,26 rad/s

D= diámetro de la polea= 76,2mm=0,0762m

V= 183,26 rad/s x 0,0762m/2 = 6,98 m/s

Despejando en la fórmula de potencia la relación T1-T2 es:

$$T1 - T2 = 746w / 6,98 \text{ m/s}$$

$$T1 - T2 = 106,84 \text{ N}$$

Se tiene dos incógnitas y una sola ecuación, se obtiene otra ecuación con la relación siguiente:

$$T1/T2 = e^{f\theta}$$

$$T1/T2 = e^{0,28 \times 3,1416}$$

$$T1/T2 = e^{0,88}$$

$$T1/T2 = 2,40$$

Resolviendo las dos ecuaciones obtenidas, los valores de T1 y T2 son:

$$T1 = 2,40 T2$$

$$2,40 T2 - T2 = 106,84 \text{ N}$$

$$T2 = 76,31 \text{ N}$$

$$T1 = 183,15 \text{ N}$$

La tensión sobre el eje será:

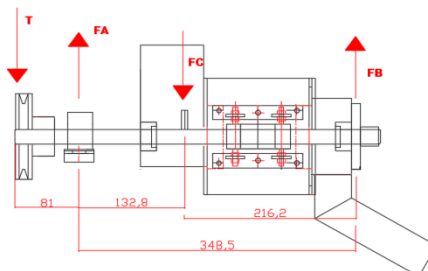
$T1 - T2 = 106,84 \text{ N}$  la cual es en forma vertical debido a que las poleas en el caso tienen el mismo diámetro, no existen fuerzas en eje X que actúen sobre el eje.

El momento torsor que va a actuar en las aspas con el motor seleccionado se calcula con la fórmula [29]:

$$M_t = P / \text{Velocidad de la banda} \quad [29]$$

$$M_t = 746 \text{ W} / 183,26 \text{ rad/s}$$

$$M_t = 4,07 \text{ Nm}$$



**Figura 19.** Diagrama de Fuerzas que actúan en la máquina



En la figura 19 se indican todas las fuerzas que actúan sobre el eje motriz de la máquina despulpadora de frutas, para la selección del eje que cubra los requerimientos se analizaran el lugar en el cual se genere el mayor esfuerzo.

Las reacciones RA y RB son las fuerzas que se producen en las chumaceras. Aplicando sumatoria de momentos en la chumacera denominada:

$$MA=0$$

$$T \cdot 0,081 + 147 \cdot 0,1328 - FB \cdot 0,3485 = 0$$

$$106,84 \cdot 0,081 + 147 \cdot 0,1328 - RB \cdot 0,3485 = 0$$

$$FB = 80,84 \text{ N}$$

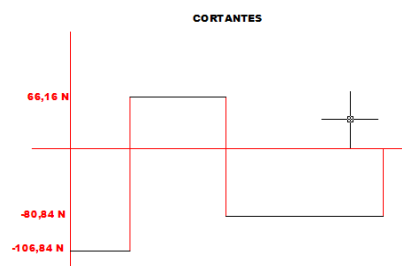
Realizando la sumatoria de fuerzas en el eje Y se tiene:

$$FA + FB - 106,84 \text{ N} - 147 \text{ N} = 0$$

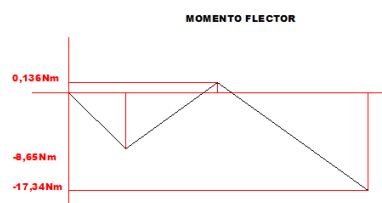
$$FA + FB = 253,84 \text{ N}$$

$$FA = 173 \text{ N}$$

Con los datos obtenidos se calcula los cortantes y momentos flectores en el eje como se indica a continuación:



**Figura 20.** Cortante



**Figura 21.** Momento flector

De los datos obtenidos el momento flector máximo es 17,34 Nm en la chumacera B y el momento torsor es de 4,07 Nm, con estos valores obtenidos se procede a seleccionar del eje; se considera el diseño estático del eje; el material seleccionado es acero inoxidable AISI 304, el cual tiene las siguientes propiedades:

$S_y$ = Resistencia a la fluencia del acero inoxidable 304=310 M N/m<sup>2</sup>

El diámetro del eje se calcula con la siguiente fórmula [30]:

$$d = [(32n/\pi S_y)(M^2 + T^2)^{1/2}]^{1/3} \quad [30]$$

Dónde:

$n$ = factor de seguridad= 1,1

$M$ = momento flector=310 x10<sup>5</sup> N/m<sup>2</sup>

$T$ = momento torsor

$S_y$ = resistencia a la fluencia

$$d = 0,01859 \text{ m} = 18,59 \text{ mm}$$

Se selecciona un eje de ¾" cuyo diámetro es de 19,05 mm

- **Diseño de la estructura**

Es el elemento que soportará el peso de todos los elementos que constituyen la despulpadora de frutas, está fabricada con ángulo laminado de 25 mm de lado y 3 mm de espesor, las cargas que actúan sobre la estructura fabricada en acero inoxidable AISI 304 son las que se indican a continuación en la tabla 10:

**Tabla 10.** Pesos de elementos de la estructura

Descripción de la carga	PESO (kg)
Peso motor eléctrico 1hp monofásico	10,3
Peso de elementos y accesorios de despulpadora	18,4
Peso de accesorios eléctricos (variador de velocidad)	5

**Tabla 11.** Pesos de elementos continuación...

Peso de la estructura	4
Total	37,7

La estructura propuesta en este proyecto posee 4 soportes sobre los que actúan 37,7 kg, cada uno debe soportar la cuarta parte del peso, poseen una longitud de 61,3 cm; los esfuerzos se calculan como columnas. La carga es axial y según el autor Joseph Shigley se calcula los esfuerzos con la fórmula de Euler [31]:

$$F_{crit} = (\pi^2 \cdot E I) / l^2 \quad [31]$$

Dónde:

$F_{crit}$  = Fuerza crítica de Euler

$E$  = módulo de elasticidad acero inoxidable AISI 304 =  $200 \times 10^9$  Pa

$I$  = momento de inercia del ángulo laminado =  $0,91 \text{ cm}^4$

$l$  = longitud del tubo = 61,3 cm

$F_{crit}$  = 478024531,3 N = 48778013,4 kgf

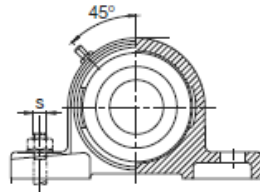
Con el resultado obtenido, el ángulo seleccionado soporta los requerimientos, por facilidad de construcción se empleara para toda la estructura el perfil seleccionado.

- **Tamiz**

“Se selecciona un tamiz de acero inoxidable 304, de 0,6 mm de diámetro de agujeros” (Castro Macas, 2014), el diámetro promedio de la pepa de naranjilla es de 1,08mm.

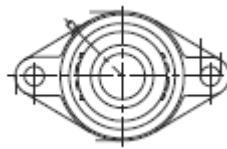
- **Selección de las chumaceras**

De acuerdo al catálogo de rodamientos FAG, para el soporte A se selecciona la chumacera de piso P16204.012 que tiene un diámetro interior de  $\frac{3}{4}$ ”.



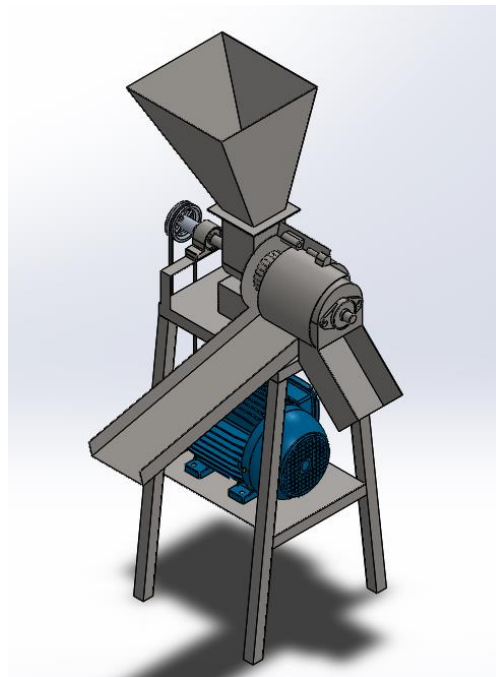
**Figura 22.** Chumacera de piso  
(FAG, 2015)

Para el soporte B se selecciona una chumacera de pared de 2 agujeros, código FL16204.012 con diámetro interior de  $\frac{3}{4}$ ".



**Figura 23.** Chumacera de pared de 2 agujeros.  
(FAG, 2015)

La máquina despulpado de naranjilla después de haber realizado los cálculos quedaría de esta manera.



**Figura 24.** Máquina despulpadora de naranjilla

### 3.4.2. DISEÑO ELECTRÓNICO Y DE CONTROL.

Hoy en día todos los países buscan automatizar sus procesos industriales y con esto mejorar la producción y rentabilidad, este diseño busca controlar los

elementos electrónicos, sensores, actuadores para tener una máquina automática para el proceso de despulpado de pulpa de naranjilla.

- **Sensor de nivel**

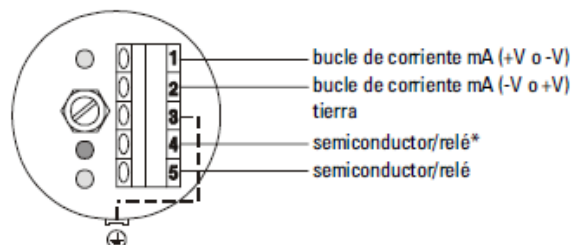
Para este diseño se seleccionó el sensor Pointek CLS 100, es un sensor capacitivo, proporciona una salida 4 o 20mA con una salida transistor para detectar el nivel bajo o alto, y está diseñado para la manipulación de alimentos; las ventajas de este sensor son:

- Fácil Instalación
- Bajo mantenimiento
- Material resistente

Las aplicaciones de este sensor son:

- Líquido, granulado, lodo, polvo.
- Industrias alimenticias
- Industrias farmacéuticas

El diagrama del sensor se muestra a continuación en la figura 25:



**Figura 25.** Conexión del sensor Pointek CLS 100  
(siemens, 2014)

Dentro de nuestro diseño es usado para detectar el nivel máximo y mínimo de las naranjillas dentro de la tolva.

- **Interruptor**

Es un dispositivo electrónico cuya función permite o no el paso de la corriente eléctrica, este dispositivo está presente en cada uno de los

hogares, consta de dos contactores de metal inoxidable, al unirse permite el paso de corriente eléctrica, el sensor se muestra en la figura 26.



**Figura 26.** Interruptor

Este sensor está presente en la tapa del tamiz para detectar si se encuentra abierta o cerrada.

- **Módulo lógico programable PLC 230rc.**

Este módulo consta de 8 entradas y 4 salidas, la tensión de alimentación es de 115...240 V AC/DC. Este PLC se caracteriza porque trabaja en tiempo real en las industrias, tiene memoria para almacenar programas. En esta máquina despulpadora se utilizara el PLC 230rc.



**Figura 27.** PLC 230 RC  
(Siemens, 2015)

- **Programación.**

Se realiza el programa mediante LOGO! Soft v8.0.0. En la tabla 12 se define las entradas y salidas:

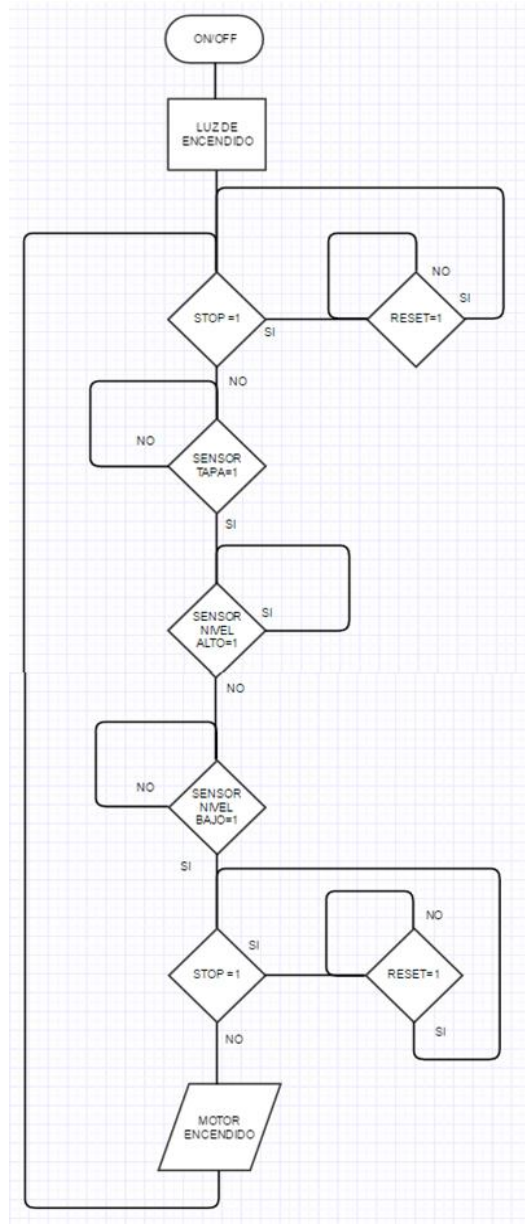
**Tabla 12.** Lista de Entradas del PLC

Entrada	Detalle
I1	Interruptor ON/OFF
I2	Paro de emergencia
I3	Sensor de nivel alto
I4	Sensor de nivel bajo
I5	Sensor de tapa
I6	Reset

**Tabla 13.** Lista de salidas del PLC

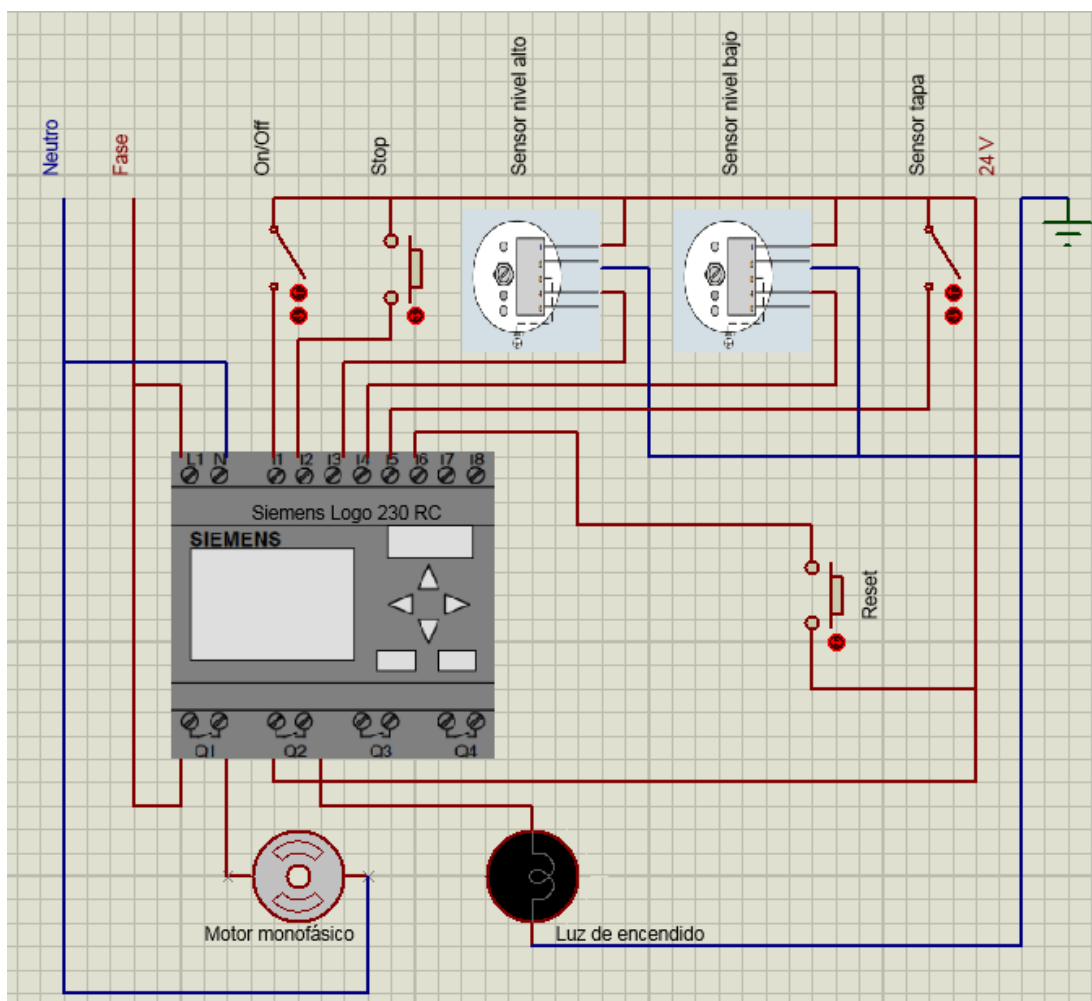
Salidas	Detalle
Q1	Luz de encendido
Q2	Motor

Luego de realizar la programación que controla todo el proceso de la máquina despulpadora en el software LOGO! Soft V8.0.0. se obtiene el siguiente resultado mostrado en la figura 28



**Figura 28.** Diagrama de flujo de la máquina despulpadora.

Finalmente se procede a conexión de todos los elementos electrónicos según diagrama mostrado en la figura 29.



**Figura 29.** Conexión de los sensores al PLC 230RC



## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los resultados del diseño de esta máquina despulpadora se los describe en este capítulo, además del análisis económico que demuestra la viabilidad y factibilidad de la implementación del proyecto.

#### 4.1. CARACTERÍSTICAS DE LA MÁQUINA

- La máquina despulpadora procesa 80 kg de naranjilla por día, cabe mencionar que la alimentación de naranjilla para la máquina es manual.
- El material seleccionado para la construcción es acero inoxidable 304.
- Tiene dos sensores de nivel alto y bajo en la tolva.
- Posee un sensor en la tapa del tamiz para evitar riesgos durante su funcionamiento.
- Tiene un pulsador de paro de emergencia.

#### 4.2. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

En el estudio de factibilidad se analiza el costo de la implementación de la máquina, además de los ingresos y egresos en la empresa Mr. Freeze.

##### 4.2.1. COSTO DE LA MÁQUINA

- **COSTOS MECÁNICO DE LA MÁQUINA.**

Los costos de fabricación de la máquina propuesta se resumen en la siguiente tabla 14:

Tabla 14. Costo de la máquina parte mecánica

N.	ELEMENTO	CANT	MATERIAL	COSTO C/U	TOTAL
1	Estructura	244	ángulo de acero inoxidable 304	5	12,2
2	Soldadura	1	1 kilo de electrodo e308de 5/32" de diámetro	16	16
3	Chumacera de piso	1	acero inoxidable 304 de 3/4" de diámetro	15	15
4	Chumacera de pared	1	acero inoxidable 304 de 3/4" de diámetro	15	15

**Tabla 14.** Costo mecánico de la máquina continuación..

5	Plancha de acero inoxidable 304	1	plancha de acero inoxidable 304 de 1,5 mm de espesor	250	250
6	Discos para estructura de máquina	1	acero inoxidable 304, 3 mm de espesor	50	50
7	Eje	1	acero inoxidable 304, 3/4" de diámetro	15	15
8	Base para tolva	1	acero inoxidable 304, base cuadrada de 132mm de lado	12,5	12,5
9	Motor eléctrico	1	1hp, 1750 rpm, 110/220v	180	180
10	Pernos	1	acero inoxidable 304, varias medidas	30	30
11	Material eléctrico, cables, conectores	1	tablero, cables, terminales, contactores, variador de velocidad, etc.	820	820
12	Aspas	1	grilón de 6 mm de espesor	7,4	7,4
13	Cauchos para vibración	4	caucho vulcanizado	3	12
14	Varilla	1	8mm de diámetro, acero inoxidable 304	4	4
15	Platina	1	metro de platina de 1" de ancho y 1/8" de espesor	8	8
16	Poleas	2	aluminio 1 canal, 3" de diámetro	4,5	9
17	Materiales para pulido, desbaste	1	sierras, discos de corte, desbaste y pulido, lijas	50	50
18	Trabajos de mecanizado	1	torno, fresadora, etc.	80	80
19	Trabajos de soldadura	1	soldadura de estructura y partes de acero inoxidable	40	40

- **Costo de la máquina parte electrónica**

**Tabla 15.** Costo electrónico y control.

N.	DETALLE	C/U	Precio
2	Sensor de nivel	200	400
1	Fin de carrera	1	1
2	Interruptor	7	14
1	Motor	240	240
1	PLC	190	190
1	Varios		30
		<b>Total</b>	<b>875</b>

**Tabla 16.** Resultados del valor de la máquina.

Detalle	Valor
Parte Mecánica	1546,1
Parte Electrónica y Control	875
Subtotal	2421,1
Imprevistos 10%	743
Total	3164,1
Valor Agregado 25%	1634,61
Valor Total de la máquina	4798,71

- **Resultados**

Para realizar el estudio de factibilidad se debe verificar la cantidad de materia prima que se pedirá mensual para cubrir 80kg diarios por 30 días, y así cumplir la cantidad que necesita producir por día la empresa Mr. Freeze.

#### **4.2.2. EGRESOS DE LA EMPRESA**

La empresa tiene varias cuentas por pagar que se detallaran a continuación: la tabla 18 es el pedido de materia prima, la tabla 19 es los sueldos de cada empleado con los respectivos valores, y el total de egresos se indican en la tabla 20.

- Costo de materia prima.

**Tabla 17.** Costo de materia prima.

DETALLE	UNIDAD DE	CONSUME		
	MEDIDA	COSTO U	CATIDAD	COSTO T
Proveedor Fruta Naranja	1 kilo	1.50	2,400.00	3,600.00
<b>TOTAL</b>				3,600.00
<b>Costo de materiales unitario</b>				1.50

- Costo de mano de obra.

**Tabla 18.** Costo de mano de obra (sueldos).

DETA LLE	N	SUELDO B	AP. PATRO NAL	10MO 3ERO	10 MO 4T O	F. DE RESER VA	VACACIÓ NES	SUELDO + BS	T. MENSU AL
Opera dor 1	1	345.00	41.92	28.75	22	28.75	14.38	480.79	480.79
Opera dor 2	1	345.00	41.92	28.75	22	28.75	14.38	480.79	480.79
Limpie za	1	175.00	21.26	14.58	22	14.58	7.29	254.72	254.72
Gerent e	1	2,000.00	243.00	166.67	22	166.67	83.33	2,681.67	2,681.67
Ventas	1	1,000.00	121.50	83.33	22	83.33	41.67	1,351.83	1,351.83
<b>Total sueldo s</b>	<b>5</b>	<b>3,865.00</b>	<b>469.60</b>	<b>322.08</b>	<b>110</b>	<b>322.08</b>	<b>161.04</b>	<b>5,249.81</b>	<b>5,249.81</b>

Total de egresos de la empresa con imprevistos del 2%, la proyección está detallada por años en las tablas 19 y 20.

**Tabla 19.** Total de egresos.

DETALLE	V. MES	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
sueldos	5,249.81	62,997.67	65,126.99	67,328.28	69,603.98	71,956.59
serv. mantenimiento	20.00	240.00	248.11	256.50	265.17	274.13
suministros de limpieza	15.00	180.00	186.08	192.37	198.88	205.60
suministros de oficina	15.00	180.00	186.08	192.37	198.88	205.60
serv. básicos	258.00	3,096.00	3,200.64	3,308.83	3,420.66	3,536.28
luz	80.00	960.00	992.45	1,025.99	1,060.67	1,096.52

**Tabla 20.** Total de egresos continuación

agua	100.00	1,200.00	1,240.56	1,282.49	1,325.84	1,370.65
celular	60.00	720.00	744.34	769.49	795.50	822.39
internet	18.00	216.00	223.30	230.85	238.65	246.72
mantenimiento auto	100.00	1,200.00	1,240.56	1,282.49	1,325.84	1,370.65
combustible	60.00	720.00	744.34	769.49	795.50	822.39
publicidad	100.00	1,200.00	1,240.56	1,282.49	1,325.84	1,370.65
uniformes	50.00	600.00	620.28	641.25	662.92	685.33
imprevistos	10.00	1,408.27	1,455.87	1,505.08	1,555.95	1,608.54
<b>total gastos</b>	<b>5,877.81</b>	<b>71,821.94</b>	<b>74,249.53</b>	<b>76,759.16</b>	<b>79,353.62</b>	<b>82,035.77</b>

Tiene un préstamo adicional, ya que recién realizó la adquisición de una máquina; se solicitó un préstamo de \$10.000 a 5 años.

**Tabla 20.** Detalle de los préstamos

<b>DETALLE</b>	<b>INICIAL</b>
Capital (valor del préstamo)	<b>10,000.00</b>
Plazo en meses	60
Tasa interés anual	15%

**Tabla 21.** Detalle por años del préstamo

<b>PERÍODOS</b>	<b>CAPITAL</b>	<b>INTERÉS</b>	<b>CUOTA</b>	<b>SALDO</b>
<b>0</b>				<b>10,000.00</b>
<b>1</b>	<b>1,552.90</b>	<b>1,116.43</b>	<b>2,669.33</b>	<b>8,447.10</b>
<b>2</b>	<b>1,749.85</b>	<b>919.48</b>	<b>2,669.33</b>	<b>6,697.25</b>
<b>3</b>	<b>1,971.77</b>	<b>697.56</b>	<b>2,669.33</b>	<b>4,725.47</b>
<b>4</b>	<b>2,221.84</b>	<b>447.49</b>	<b>2,669.33</b>	<b>2,503.63</b>
<b>5</b>	<b>2,503.63</b>	<b>165.70</b>	<b>2,669.33</b>	<b>0.00</b>
	<b>10,000.00</b>	<b>3,346.67</b>	<b>13,346.67</b>	

### 4.2.3. INGRESOS DE LA EMPRESA

Ingresos, en esta parte se verificara el ingreso que tiene la empresa al vender 80 kg por día y el precio de cada funda ya procesada, a continuación la tabla 24 de proyección de ventas.

**Tabla 22.** Proyección de ventas

DETALLE	CANT/Kg	CANT. PROMEDIO MENSUAL	CANTIDAD ANUAL	PRECIOS	VALOR TOTAL
Venta de Fruta Naranja	1840gxmes	18400	220,800.00	0.35	77,280.00
TOTAL		18400	220,800.00		77,280.00

Resultado del estudio de factibilidad realizando el flujo de caja como se indica en la tabla 25.

**Tabla 23.** Flujo de efectivo de la empresa Mr. Freeze.

FLUJO DE EFECTIVO	INICIAL	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	TOTAL
INGRESOS		77.280,00	86.708,16	97.286,56	109.155,52	122.472,49	492.902,72
EGRESOS		71.821,94	74.249,53	76.759,16	79.353,62	82.035,77	384.220,02
UTILIDAD		5.458,06	12.458,63	20.527,40	29.801,90	40.436,72	108.682,70
PAGO DE PRÉSTAMO		1.552,90	1.749,85	1.971,77	2.221,84	2.503,63	10.000,00
Costo de la Maquinaria	(4.798,71)				-	-	-
<b>FLUJO DE EFECTIVO</b>	<b>(4.798,71)</b>	<b>3.905,15</b>	<b>10.708,79</b>	<b>18.555,62</b>	<b>27.580,05</b>	<b>37.933,09</b>	<b>98.682,70</b>

### 4.2.4. RESULTADO DEL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

**Tabla 24.** Van y Tir del proyecto.

<b>TIR</b>	172%
<b>VAN</b>	\$56.247,61
<b>Tiempo de retorno de inversión</b>	1 Años 1 mese

En base al análisis económico realizado a la empresa Mr. Freeze el tiempo de retorno de inversión de la máquina es de 1 año 1 mes; si se necesita aumentar la productividad se deberá contratar a un operador adicional y disponer que la máquina trabaje los 7 días de la semana.

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**



## **CONCLUSIONES**

Se analizó los procesos de despulpado que actualmente tiene la empresa Mr. Freeze para identificar los requerimientos, que sirvieron como base para el diseño de la máquina desulpadora de naranjilla.

Se diseñó una máquina desulpadora que cumple con las normas sanitarias requeridas para el procesamiento de alimentos debido a que en su totalidad estará fabricada en acero inoxidable AISI 304, la máquina propuesta se puede utilizar para otras frutas como tomate de árbol, guayaba, frutilla, mora, granadilla, maracuyá, etc.

Se diseñó una máquina desulpadora capaz de procesar 80 kg de naranjilla al día, esto puede variar en función del diámetro del tamiz y la velocidad del motor eléctrico, adicional la máquina posee un trozador de fruta antes del ingreso al tambor de despulpado con la finalidad de refinar la fruta y obtener una pulpa fina y de características que permitan cumplir los requerimientos de los clientes.

Se realizó el estudio de factibilidad donde se determina que el retorno de inversión de la máquina es de un año y un mes, el valor de TIR es alto y el Van es mayor a uno con esto se analiza que la implementación de la máquina es rentable.

## **RECOMENDACIONES**

Luego del trabajo diario se debe efectuar la limpieza de la máquina, para evitar contaminación de la misma para una próxima producción.

Se debe elaborar un plan de mantenimiento preventivo, con la finalidad de mantener la máquina en óptimas condiciones de funcionamiento.

Verificar antes de su puesta en marcha que no existan en el interior de la máquina partes o accesorios flojos a fin de evitar daños futuros.

El tamiz de la despulpadora debe limpiarse con un cepillo para garantizar que no quede ningún elemento en su interior.

Antes de su puesta en marcha verificar que el voltaje de alimentación sea el correcto.

Antes de limpieza o reparación desconectar la máquina de su fuente de alimentación, con la finalidad de evitar accidentes en los operadores.

Si durante su funcionamiento se producen ruidos extraños, se puede usar el botón de STOP para detener la máquina y poder verificar en el interior de la despulpadora algún elemento flojo o que se deba reparar, si luego de la verificación se requiere continuar con el proceso entonces se debe presionar el botón RESET.

Para complementar el sistema de podría diseñar un subsistema que permita contabilizar la cantidad de fruta de pulpa obtenida y otro subsistema que se encargue de desinfectar la naranjilla antes del ingreso a la tolva de despulpado.

## BIBLIOGRAFÍA

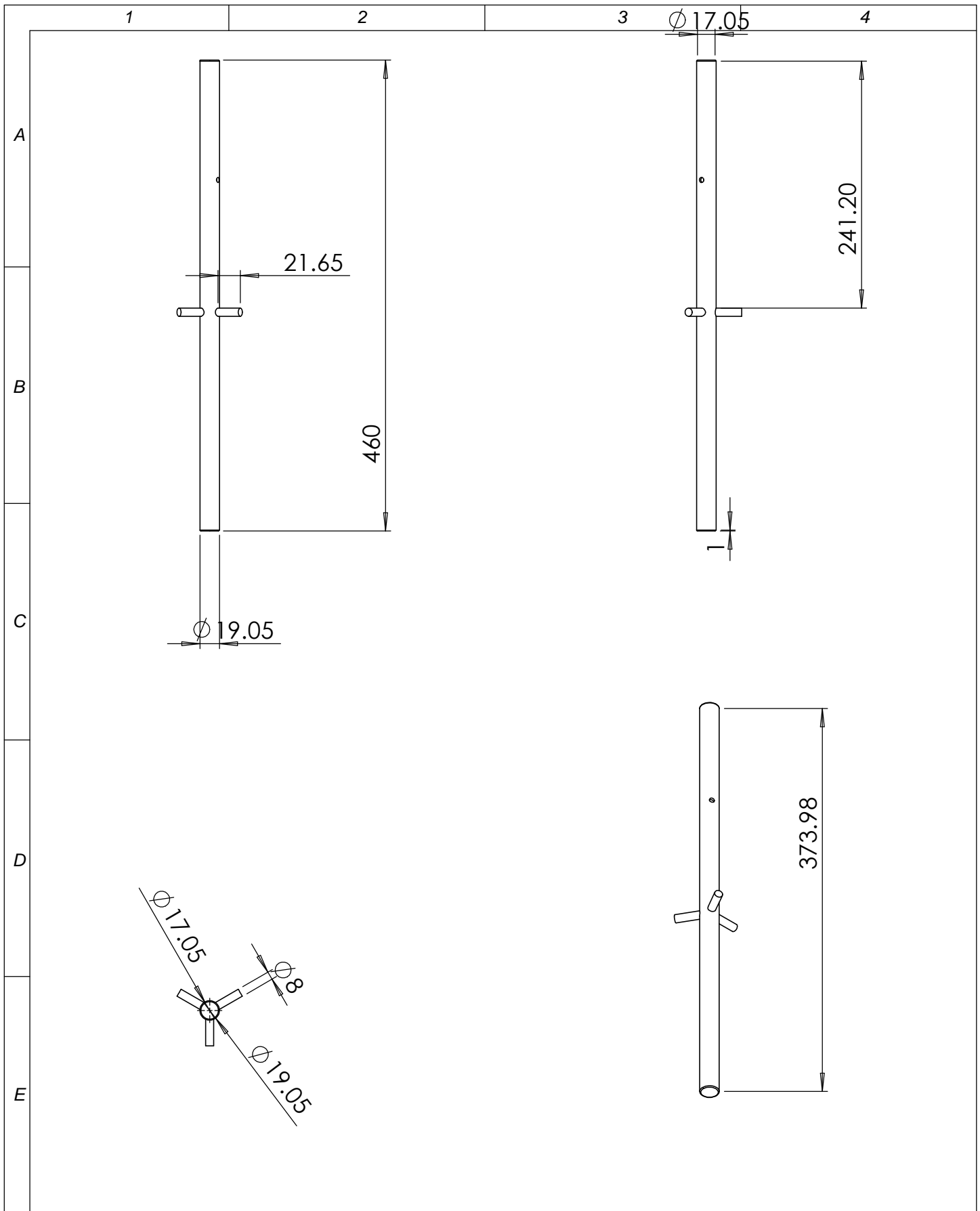
- Arteinox. (Lunes de Febrero de 2016). *Despulpadora vertical*. Obtenido de <http://arteinox.com.co/equipos-para-fruver/118-despulpadora-vertical.html>
- Avner. (2015). *Introducción a la metalurgia física*. Mexico: Mc Graw Hill.
- Castro, D. O. (19 de Febrero de 2015). Diseño y construcción de una máquina despulpadora de fruta. Quito.
- Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones. (Marzo de 2012). *Análisis sectorial de fruta no tradicional*. Obtenido de [http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/11/PROEC\\_AS2012\\_FRUTAS.pdf](http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/11/PROEC_AS2012_FRUTAS.pdf)
- FAG. (2015). *Chumasera*.
- FAO. (Jueves de enero de 2013). *Organización de las naciones unidas para alimentación y agricultura*. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/X5029S/X5029S08.htm>
- Gomez, F. C., Libia, T. I., & Cruz, G. J. (2014). Lulo como cultivo novedoso en el paisaje agroecosistémico. *Revista Mexicana de ciencias agrícolas*, P. 1741-1753.
- INEN. (2015). *Norma INEN 2303*. Quito.
- J.A. Rietdijk. (lunes de Junio de 2015).
- jnaceros. (Martes de Febrero de 2014). *El portal de acero inoxidable*. Obtenido de <http://www.jnaceros.com.pe/blog/acero-inoxidable-introduccion/>
- L, M. R. (2000). *Diseño de elementos de máquina*. Mexico: prentice hall.

- Pedro, A. (2015). *Tribología y lubricación industrial y automotriz*. Colombia: Trotta S.A.
- Penagos Hermanos. (Martes de Julio de 2015). *Máquinas despulpadora horizontal*. Obtenido de <http://www.penagos.com/producto/despulpadora-horizontal-de-cafe-dh-4/>
- Roque, C. (1999). *Fundamentos de Mecanismos y Máquinas para Ingeniero*. Madrid: S.A. Mcgraw hill.
- Secretaria del trabajo previsión social. (2011). Mexico.
- Shigley, J. (1989). *Diseño en ingeniería mecánica*. Mexico.
- siemens. (2014). *pointek CLS 100*. USA: million i one.
- Siemens. (30 de Enero de 2015). *PLC 230*. Obtenido de [https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwjK3KTI5IzOAhUCax4KHSBcAH4QFggaMAA&url=https%3A%2F%2Fsupport.industry.siemens.com%2Fcs%2Fattachments%2F16527461%2FLogo\\_s.pdf&usq=AFQjCNGu\\_fLiPCu9hGuWSXdx06Toxjx\\_JA&bvm=bv.1279843](https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwjK3KTI5IzOAhUCax4KHSBcAH4QFggaMAA&url=https%3A%2F%2Fsupport.industry.siemens.com%2Fcs%2Fattachments%2F16527461%2FLogo_s.pdf&usq=AFQjCNGu_fLiPCu9hGuWSXdx06Toxjx_JA&bvm=bv.1279843)
- Solagro. (2006). *Naranja*. Quito: AdamITSolutions. Obtenido de <http://www.solagro.com.ec/web/cultdet.php?vcultivo=Naranja>

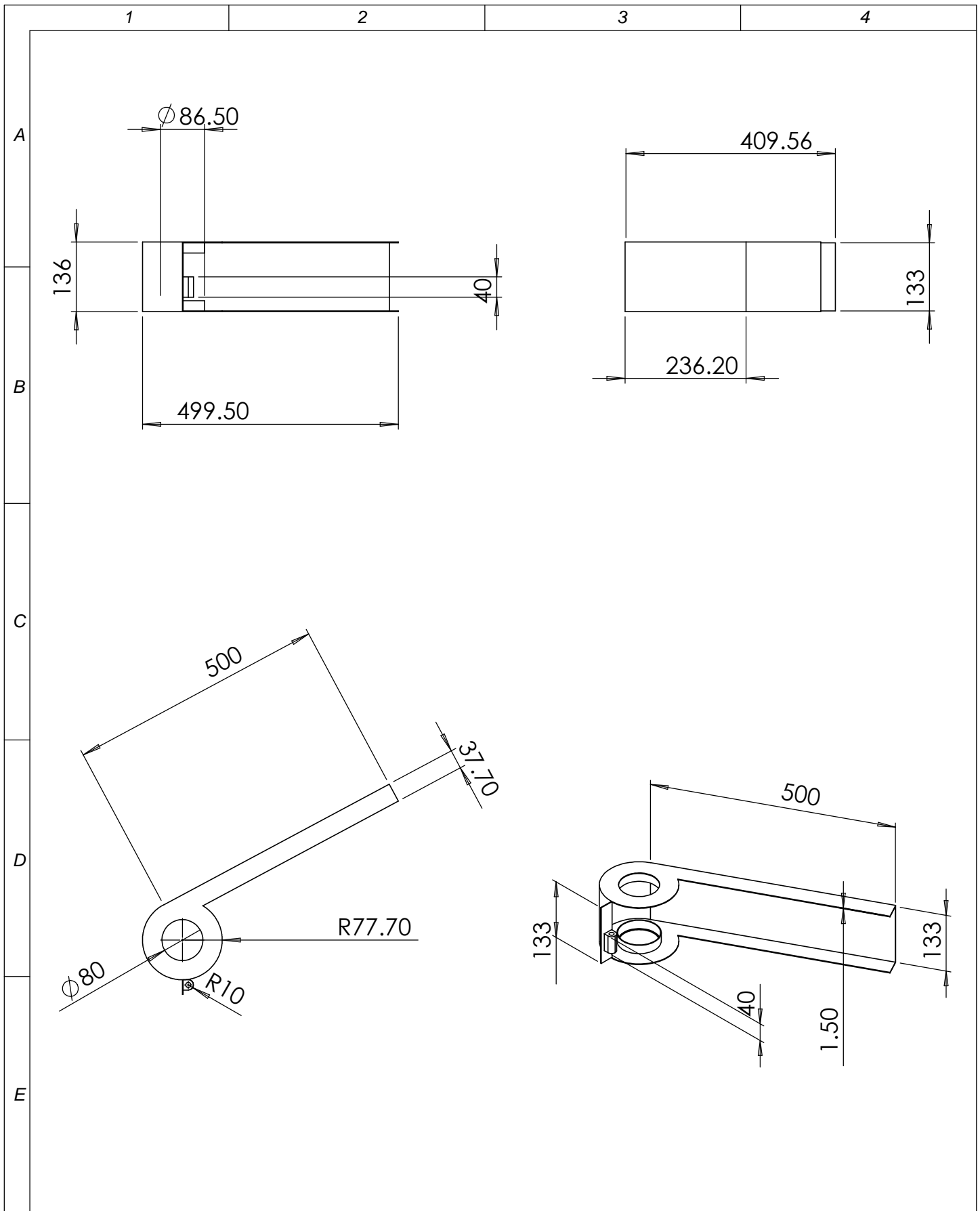
**ANEXOS**

## **ANEXO 1.**

### **PLANOS**

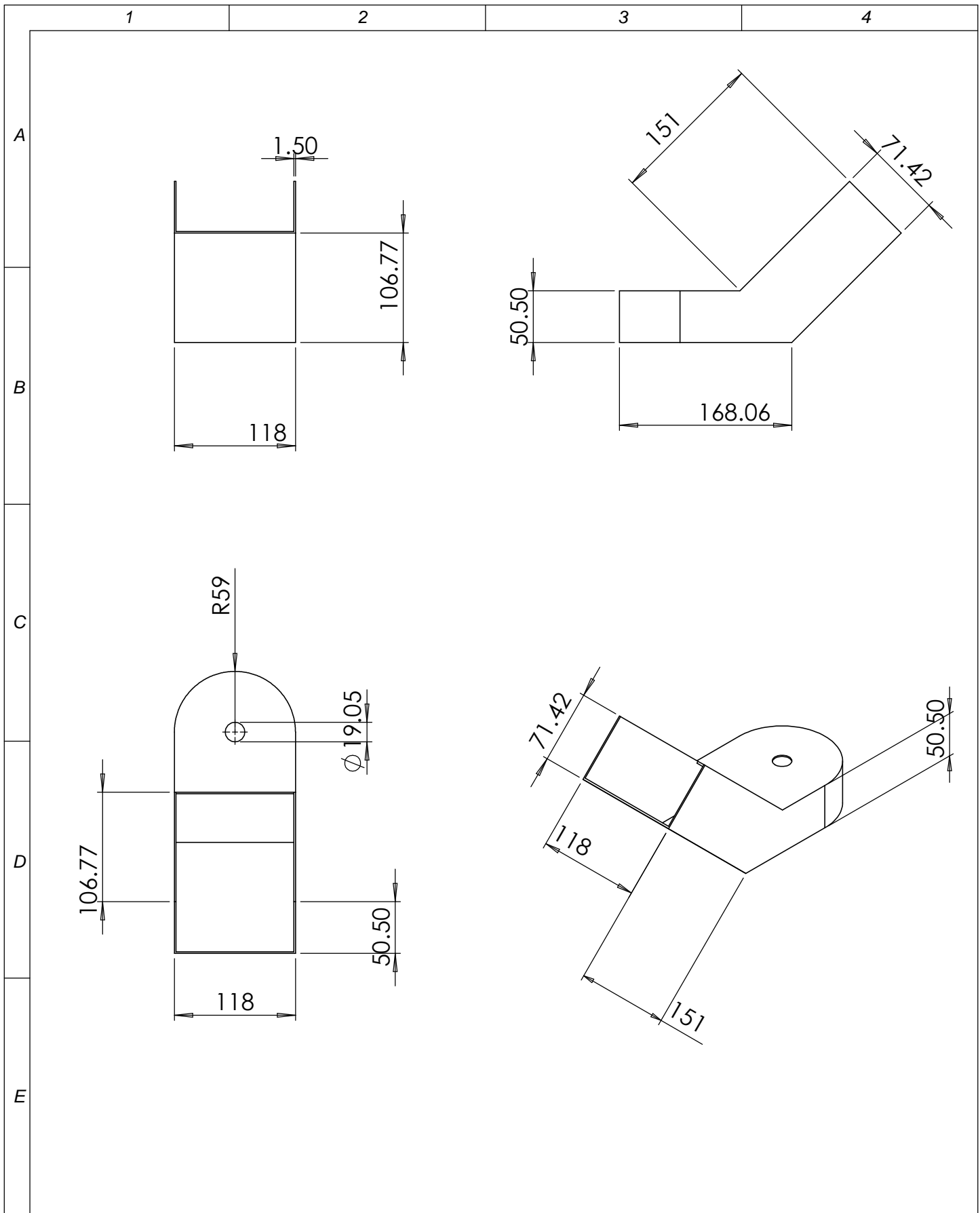


				TOLERANCIA: $\pm 0.1$	PESO [Kg]: 2.839	MATERIAL: <b>Acero Inoxidable 304</b>		
						<b>Anexo 1. Eje</b>	ESCALA: <b>1:5</b>	
				Fecha	Nombre			
				Dibujado	26/07/2016		Julio Espinoza	
				Revisado				
				Aprobado				
				FIRMA / EMPRESA: <b>UTE</b>		DIBUJO Nº:	HOJA: <b>A4</b>	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					

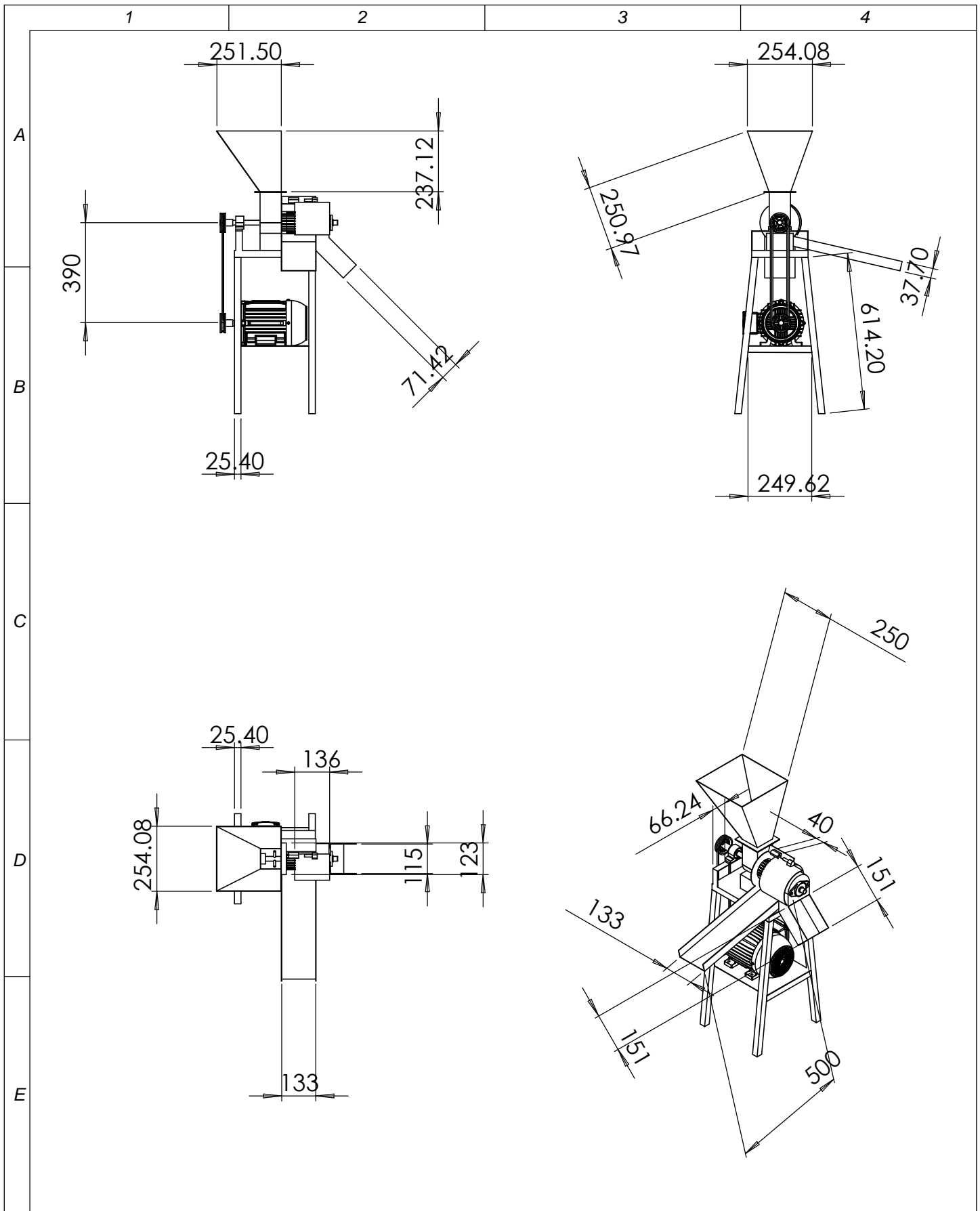




				TOLERANCIA: $\pm 0.1$	PESO [Kg]: 2.139	MATERIAL: Acero Inoxidable 304		
						<h2>Anexo 2.</h2> <h3>Rampa para pulpa</h3>	ESCALA: 1:10	
				Fecha	Nombre			
				Dibujado	26/07/2017		Julio Espinoza	
				Revisado				
				Aprobado				
				FIRMA / EMPRESA:		DIBUJO Nº:	HOJA:	
				<b>UTE</b> 			<b>A4</b>	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					





				TOLERANCIA: $\pm 0.1$	PESO [Kg]: 1.084	MATERIAL: Acero Inoxidable 304		
						<h2>Anexo 3.</h2> <h3>Rampa para desechos</h3>	ESCALA: 1:5	
				Fecha	Nombre			
				Dibujado	26/07/2016		Julio Espinoza	
				Revisado				
				Aprobado				
				FIRMA / EMPRESA: <b>UTE</b>		DIBUJO Nº:	HOJA: <b>A4</b>	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					



				TOLERANCIA:	PESO [Kg]:	MATERIAL:		
				± 0.1	21.94	Acero Inoxidable 304		
				Fecha	Nombre	<h2>Anexo 4.</h2> <h1>Máquina Despulpadora</h1>		ESCALA:
				Dibujado 26/07/2016	Julio Espinoza			1:20
				Revisado				
				Aprobado				
				FIRMA / EMPRESA:	DIBUJO Nº:		HOJA:	
				 			A4	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					