



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**  
**INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROPUESTA TECNOLÓGICA**

“Optimización del proceso de producción de alimento para cerdos mediante el diseño y construcción de una máquina semiautomática en la empresa la Granja Herrera”

Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniera Industrial.

**Autores:**

Montenegro Mera Franklin Benigno

**Tutor Académico:**

Ing. M. Sc Eugenio Pilliza Cristian Iván

**LATACUNGA – ECUADOR**

**2021**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **MONTENEGRO MERA FRANKLIN BENIGNO**, con número de identidad **050247272-3** declaro que soy el único autor de esta tesis de propuesta tecnológica **“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTO PARA CERDOS MEDIANTE LA PROPUESTA Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA EN LA EMPRESA LA GRANJA HERRERA”** las cuales se certifica que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación es exclusivamente de mi responsabilidad.

Autorizo al departamento de Informática de la Universidad Técnica de Cotopaxi que haga el uso pertinente con el presente trabajo.

.....  
**MONTENEGRO MERA FRANKLIN BENIGNO**  
**050247272-3**

## AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

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

“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTO PARA CERDOS MEDIANTE EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA EN LA EMPRESA LA GRANJA HERRERA” el señor estudiante **MONTENEGRO MERA FRANKLIN BENIGNO** , de la carrera de INGENIERÍA INDUSTRIAL, considero que dicho Informe realizado cumple con los requerimientos 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, agosto 2021

---

Ing. MSc: Eugenio Pilliza Cristian Ivan

CC: 172372747-3

## 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: Montenegro Mera Franklin Benigno con el título de Proyecto de titulación: “Optimización del proceso de producción de alimento para cerdos mediante el diseño y construcción de una máquina semiautomática en la empresa la Granja Herrera”, 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, agosto 2021

---

**Lector 1 (Presidente)**  
**Nombre: Ing. MSc. Medardo Ulloa**  
**Espín**  
**CC: 100097032-5**

---

**Lector 2**  
**Nombre: Ing. MSc. Xavier**  
**CC: 050226936-8**

---

**Lector 3**  
**Nombre: Ing. MSc. Diana Marín**  
**CC: 120414450-3**

## **AVAL EMPRESARIAL**

Sra. MAGY DEL ROCIO HERRERA JACOME

Propietaria de la “Granja Herrera”

Presente. –

En calidad de Propietaria y Administradora de la “GRANJA HERRERA” ratifico la realización de la propuesta tecnología “OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTO PARA CERDOS MEDIANTE LA PROPUESTA DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA EN LA EMPRESA LA GRANJA HERRERA” mediante la realización del señor **FRANKLIN MONTENEGRO MERA** estudiantes de la carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL** de la **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**.

Acepto conocer y estar conforme con los términos y condiciones de las actividades que se van a realizar dentro de las instalaciones para la realización proyecto.

Es cuanto puedo certificar en honor a la verdad, se extiende el presente documento para que realice sus intereses pertinentes.

Atentamente:

.....

Sra.

MAGY DEL ROCIO HERRERA JACOME

C.C 171635618-1

Propietaria de la “Granja Herrera”

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco principalmente a Dios quien con su bendición llena mi existencia para llegar hasta este momento, a mis padres quienes siempre estuvieron en las buenas y las malas situaciones de mi vida estudiantil por ellos estoy aquí ya que cada día con esfuerzo y dedicación me sacaron adelante y me apoyaron para culminar mi meta. De igual manera mis agradecimientos a la Universidad Técnica del Cotopaxi, a toda la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, a mis maestros que con paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad nos enseñaron cada valor, cada saber se les agradece infinitamente sin ustedes no seríamos lo que hemos llegado a ser.*

*Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al Ing. MSc. Cristian Eugenio tutor, principal colaborador durante todo este proceso, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo*

**FRANKLIN**

## **DEDICATORIA**

*A mis padres Benigno y Luz Adela, mi hermana Alejandra quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.*

*A mi gran amor Daniela por su cariño y apoyo incondicional, a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.*

*Finalmente quiero dedicar esta tesis a todas mis amigos, por apoyarme cuando más los necesite, por extender su mano en momentos difíciles y por la amistad brindado cada día, de verdad mil gracias, siempre los llevo en mi corazón.*

**FRANKLIN**

# ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN .....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AVAL EMPRESARIAL .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN .....	xiv
ABSTRACT .....	xv
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2. INTRODUCCIÓN:.....	2
2.1. EL PROBLEMA.....	2
2.2. Formulación del problema.....	4
2.3. OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN.....	5
2.3.1. Objeto de estudio .....	5
2.3.2. Campo de Acción .....	5
2.4. BENEFICIARIOS .....	5
2.4.1. Directos: .....	5
2.4.2. Indirectos: .....	5
2.5. JUSTIFICACIÓN .....	6
2.6. HIPÓTESIS .....	7
2.7. OBJETIVOS.....	7
2.7.1. General: .....	7
2.7.2. Específicos:.....	7
2.8. SISTEMA DE TAREAS .....	7
3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	9
3.1. Historia .....	9



3.2. PROCESO DE PICADO .....	9
3.3. ALTERNATIVAS DE MÁQUINAS PICADORAS .....	10
3.4. partes constitutivas de la maquina .....	10
3.4.1. Chasis .....	10
3.4.2. Elementos de conexión.....	11
3.4.3. Mecanismos de transmisión.....	12
3.4.4. Transmisión por engranajes.....	12
3.4.5. Transmisión por cadenas .....	12
3.5. Mecanismos operativos .....	12
3.5.1. Rodillos de alimentación forzada .....	12
3.5.2. Rotor picador .....	13
3.6. Transmisión por Correa .....	13
3.7. Software de Diseño.....	13
3.8. Requerimiento de corrales .....	15
3.9. Alimentación .....	15
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
4.1. TÉCNICAS.....	17
4.2. MÉTODO DE DISEÑO DE LA MÁQUINA .....	18
4.2.1. Cálculo de la Potencia para Vencer la Inercia de los Cuerpos .....	22
4.2.2. Tiempo Constante de la Velocidad.....	22
4.3. ETAPA 2. DISEÑO CONCEPTUAL .....	24
4.3.1. Alternativa a .....	24
4.3.2. Alternativa b .....	25
4.3.3. Alternativa c .....	25
4.3.4. Análisis de alternativas.....	26
4.4. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.....	37
4.5. Presupuesto.....	39

4.5.1. Costos materia prima .....	39
4.5.2. OTROS COSTOS DE FABRICACIÓN .....	40
5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	41
5.1. Proceso actual de la elaboración de alimento para cerdo .....	41
5.2. Propuesta de producción de alimento para cerdo .....	45
5.3. Cálculo del costo Económico de tres Motores Eléctricos .....	47
5.4. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....	48
5.4.1. Factor tiempo .....	48
5.4.2. Factor costo .....	48
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	49
6.1. CONCLUSIONES .....	49
6.2. RECOMENDACIONES .....	49
7. Bibliografía.....	50
8. ANEXOS y etc .....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 2.1.</b> Diagrama de trabajo.....	3
<b>Figura 2.2.</b> Máquina picadora.....	3
<b>Figura 2.3.</b> Mezcladora de alimentos .....	4
<b>Figura 2.4</b> Paletizadora.....	4
<b>Figura 3.1</b> Transmisión por correa .....	13
<b>Figura 4.1.</b> Picadora y mezcladora de materia prima. ....	25
<b>Figura 4.2.</b> Mezcladora y Peletizadora de materia prima.....	25
<b>Figura 4.3.</b> Máquina seleccionada.....	27
<b>Figura 4.4.</b> Bancada.....	27
<b>Figura 4.5.</b> Silos.....	28
<b>Figura 4.6.</b> Poleas de transmisión de movimiento.....	30
<b>Figura 4.7.</b> Plano de detalles de la máquina.....	31
<b>Figura 4.8.</b> Banco de trabajo.....	32
<b>Figura 4.9.</b> Volante de inercia.....	33
<b>Figura 4.10.</b> Eje de transmisión.....	33
<b>Figura 4.11.</b> Volante, Chumaceras, Polea.....	34
<b>Figura 4.12.</b> Construcción de Silos.....	34
<b>Figura 4.13.</b> Tanque de mezclado.....	35
<b>Figura 4.14.</b> Transmisión de poleas.....	35
<b>Figura 4.15.</b> Tubería interna.....	36
<b>Figura 4.16.</b> Motores Eléctricos.....	36
<b>Figura 4.17.</b> Ensamble de componentes.....	37
<b>Figura 4.18.</b> Máquina procesadora A.....	38
<b>Figura 4.19.</b> Máquina procesadora B.....	38
<b>Figura 5.1.</b> Diagrama de Flujo de procesamiento de alimento.....	41
<b>Figura 5.2.</b> Layout actual de la granja.....	43
<b>Figura 5.3.</b> Proceso productivo propuesto.....	45
<b>Figura 5.5.</b> Layout que se propone en la granja.....	47
<b>Figura 9.1</b> Peletizadora.....	54
<b>Figura 9.2</b> Mezcladora vista A.....	54
<b>Figura 9.3</b> Mezcladora vista B.....	55
<b>Figura 9.4</b> Proceso de alimentación.....	55

<b>Figura 9.5</b> Vista general .....	56
<b>Figura 9.6</b> Volante de inercia .....	58
<b>Figura 9.7</b> Recibidor de materia prima.....	58
<b>Figura 9.8</b> Transmisión de movimiento .....	58
<b>Figura 9.9</b> Chumacera de piso .....	59
<b>Figura 9.10</b> Máquina selecta vista A .....	59
<b>Figura 9.11</b> Máquina selecta vista B .....	59
<b>Figura 9.12</b> Silos en acero inoxidable .....	60
<b>Figura 9.13</b> Transmisión de poleas reductoras .....	60
<b>Figura 9.14</b> Eje acopladas a chumaceras y polea .....	61
<b>Figura 9.15</b> Mecanizado de volante de inercia .....	61
<b>Figura 9.16</b> Proceso de soldado de silos.....	61
<b>Figura 9.17</b> Máquina construida vista A .....	62
<b>Figura 9.18</b> Máquina construida vista B .....	62

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2.1</b> Beneficiarios indirectos .....	6
<b>Tabla 2.2.</b> Actividades planeadas. ....	8
<b>Tabla 3.1.</b> Núcleo proteico [7].....	14
<b>Tabla 3.2.</b> Nutrientes [8].....	15
<b>Tabla 3.6.</b> Consumo diario de agua [11]. ....	16
<b>Tabla 4.1</b> Clasificación de los cerdos según su peso [14] . ....	19
<b>Tabla 4.2.</b> kg de alimentación diaria de los cerdos.....	19
<b>Tabla 4.3.</b> Clasificación de cerdos.....	19
<b>Tabla 4.4</b> Porción diaria de alimentación para cerdos.....	20
<b>Tabla 4.5</b> Lista de referencias especiales.....	23
<b>Tabla 4.6</b> Ponderación de alternativas. ....	26
<b>Tabla 4.7</b> Ponderación del hierro.....	28
<b>Tabla 4.8.</b> Ponderaciones de Acero. ....	29
<b>Tabla 4.9.</b> Ponderación de Poleas. ....	30
<b>Tabla 4.10.</b> Costos de materia prima. ....	39
<b>Tabla 5.2.</b> Proceso productivo actual.....	42
<b>Tabla 5.2.</b> Diagrama de procesos actual. ....	44
<b>Tabla 5.3.</b> Proceso productivo propuesto. ....	46
<b>Tabla 5.4.</b> Costo Económico de tres Motores Eléctricos.....	47
<b>Tabla 5.5.</b> Costo Económico de dos Motores Eléctricos.....	48

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**  
**CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

TITULO: “OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTO PARA  
CERDOS MEDIANTE LA PROPUESTA Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA  
SEMIAUTOMÁTICA EN LA EMPRESA LA GRANJA HERRERA”

AUTOR: Montenegro Mera Franklin Benigno

**RESUMEN**

El presente trabajo surge por los problemas suscitados en la Granja Herrera, el principal problema es el exceso de tiempo para la preparación de alimentación de los cerdos, este proceso de producción conlleva altos costos económicos, alto consumo eléctrico, desplazamientos innecesarios, lo cual esto produce pérdidas económicas. Posterior al estudio en esta entidad, se propone tres alternativas de solución, que fueron analizadas mediante los siguientes parámetros de valoración: ergonomía de la máquina, funcionamiento de la máquina, rapidez de proceso, producto final, fiabilidad de la máquina, siendo la ALTERNATIVA B la solución al problema del proceso de producción. La maquinaria propuesta para un mejor trabajo y desempeño en la optimización de preparación de alimentos para cerdos fue realizada con las etapas de C. Riba (2002), su estructura se basa en cuatro etapas de desarrollo. En la etapa de definición se trata de la demanda que requiere la Granja de acuerdo a los cálculos realizados por cantidad de alimento que requiere cada cerdo por etapa de crecimiento. En la siguiente etapa que se trata del diseño conceptual y se realizó el análisis de las alternativas para obtener la arquitectura básica de la máquina procesadora de alimentos. En la etapa de diseño de materialización se realizó indicaciones de tres elementos como son: materiales, formas y dimensiones y proceso de fabricación. La última etapa de diseño de detalle se realizan plano de pieza y de conjunto indicando las especificaciones técnicas de la maquina procesadora.

Palabras claves: cerdos, maquinaria, producción, alimento, alimentar, diseñar.

**COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY**

**FACULTY OF ENGINEERING SCIENCES AND APPLIED**

**TITLE:** “OPTIMIZATION OF THE PIG FOOD PRODUCTION PROCESS THROUGH THE DESIGN AND CONSTRUCTION OF A SEMIAUTOMATIC MACHINE AT THE LA GRANJA HERRERA COMPANY”.

**Author:** Montenegro Mera Franklin Benigno

**ABSTRACT**

There is a main problem at the farm breeding pigs from Herreras’ family, it is because the exceeded time to prepare the pigs food that carries big costs such as power consumption, unnecessary displacement and the others things, in which it produces high cost for the owners. In order to find a solution, there are three ways that they were analyzed with the follow parameters values like the ergonomic machine, the function machine, speed process product. Even if the Alternative B were the solution with a final quality production. According to the investigation for this machine and its performance in preparing the food and feeding the pigs by C. Riba (2002), the structure is based in four stages for developing. However, in the definition specify the Budget proposal scale that require each pig for feeding in every stage of growing. Moreover, In the next stage, the conceptual design analyzed the alternative of solution to get the basic architectural machine for processing food for the pigs. In addition, at the design stage of materialization indicates three elements such as materials, shapes, proportions and manufacturing. And finally, the last design stage are detailed the plan of technical part and the overview plan denoted technical specifications from the processing machine.

**Keywords:** balanced, concurrent design, machinery, optimization, production.

Latacunga, 29 julio del  
2021.

Mg. Marco Beltrán  
**DIRECTOR DEL CENTRO DE IDIOMAS  
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.**

Presente. -

Yo; **MONTEEGRO MERA FRANKLIN BENIGNO** con cédula de ciudadanía número 050247272-3. Estudiantes de Decimo ciclo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas CIYA Solicito de la manera más comedida me conceda la **AUTORIZACIÓN** para: la asignación de un tutor del idioma ingles para la revisión de mi resumen de tesis de grado en el Centrode Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Por la favorable atención que se sirva dar a la presente le anticipo mi agradecimiento,

Muy atentamente.

.....  
**Firma**  
**Nombre:** Montenegro Mera Franklin  
**CC:** 050247272-3

.....  
**Tutor de Titulación**  
**Nombre:** Eugenio Pilliza Cristian  
**CC:** 172372747-3



## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

**Título:** “Optimización del proceso de producción de alimento para cerdos mediante el diseño y construcción de una máquina semiautomática en la empresa la Granja Herrera”

**Fecha de inicio:** marzo del 2020

**Fecha de finalización:** agosto del 2021

**Lugar de ejecución:** Provincia Cotopaxi, Cantón La Mana, parroquia Guasaganda

**Facultad que auspicia:** Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.

**Carrera que auspicia:** Ingeniería Industrial

**Proyecto de investigación vinculado:** Optimización y gestión de la calidad en los procesos de los sectores productivos.

**Equipo de Trabajo:** M. Sc Ing. Eugenio Pelliza Cristian Iván  
Sr. Montenegro Mera Franklin Benigno

**Área de Conocimiento:**

07 Ingeniería, Industria y Construcción

072 Fabricación y Procesos

0721 Procesamiento de alimentos

**Línea de investigación:**

Procesos Industriales

**Sublíneas de investigación de la Carrera:**

Procesos productivos:

- Optimización de los procesos productivos

## **2. INTRODUCCIÓN:**

### **2.1. EL PROBLEMA**

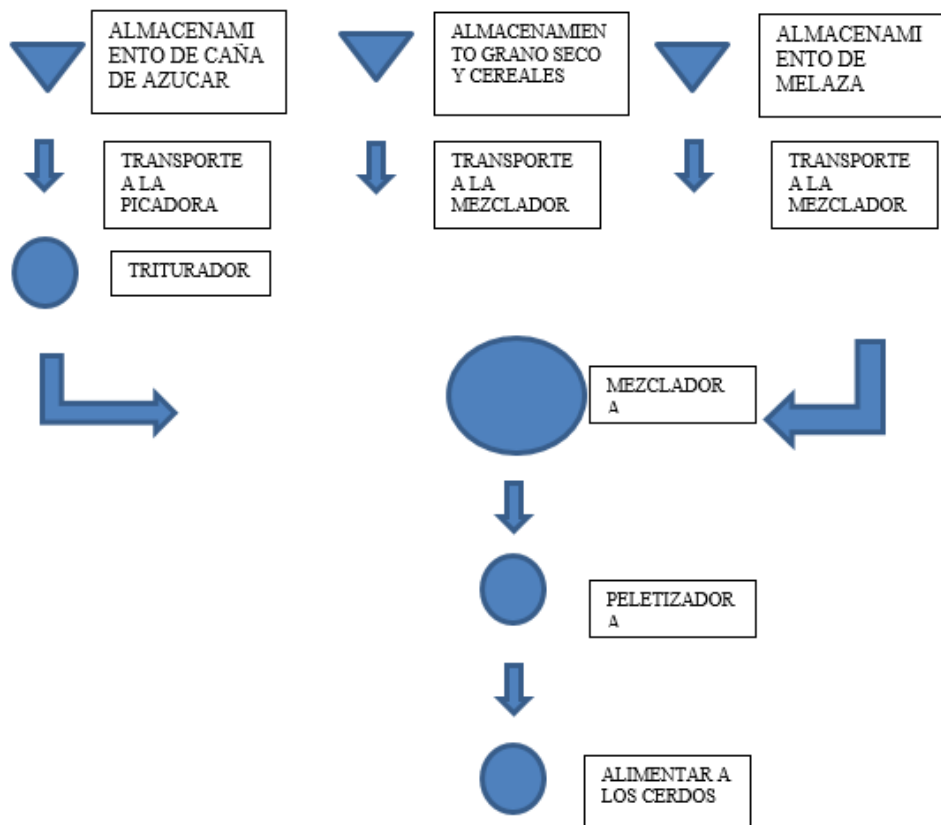
En la actualidad la empresa La Granja Herrera alimenta a su ganado porcino de dos maneras, la primera es mediante la elaboración de comida a base de materias primas tales como el grano seco, melaza y caña de azúcar y la segunda con desperdicios de comida y residuos de alimentos como son las cascara de papa, plátano, hojas de choclo o cualquier desecho comestible generado a partir de la elaboración de comida para el hogar denominado lavaza. En la empresa se conlleva varios problemas a la hora de preparación de alimentos, los operarios tienen que transportar la materia prima desde las parcelas de la caña de azúcar haciendo esfuerzo físico, a la hora de procesar el alimento. Para poder llegar a la transformación del producto terminado, la materia prima es procesada en tres máquinas las cuales estas operaciones se realizan mediante tres transformaciones.

Otro problema que tiene la empresa es el alto costo energético que consume a la hora de preparar estos alimentos ya que se preparan los alimentos tres veces por día, su línea de producción cuenta con tres motores trifásicos en los cual a fin de mes se ve reflejado un alto costo de consumo energético.

#### **2.1.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA**

A través de la historia de la crianza de los cerdos en Ecuador se ha evidenciado que este proceso realiza de manera empírica, es decir con desechos de comida casera, se provoca que el producto no sea de alta calidad, ya que no se cuenta con las medidas de higiene recomendadas. En la actualidad se han implementado métodos tecnificados para la crianza de cerdos sin riesgo a contraer enfermedades, ya que la alimentación es a base de comida procesada. En el Ecuador el consumo per cápita de carne de cerdo se ha duplicado en los últimos 10 años. De 4,5 kilos por persona al año ha pasado a 8,4 kilos, motivado principalmente por el diseño y construcción de la tecnología en los procesos y la desmitificación de las propiedades del cerdo, es por ello que la producción de ganado porcino debe incrementarse para poder abastecer el mercado con un producto de calidad basados en una alimentación saludable y apropiada.

En la Granja Herrera actualmente se procesa el alimento para cerdos mediante la utilización de tres máquinas que trabajan de forma independiente entre sí, de acuerdo al siguiente procedimiento:



**Figura 2.1.**Diagrama de trabajo.

La primera máquina es una picadora, los operarios transportan la caña de azúcar desde el área de almacenamiento hasta la máquina donde es procesada para su preparación. Una vez que la máquina ya realizó su proceso los trabajadores deben recibir el fragmento de la caña en un balde de 18 kg de capacidad, para posteriormente llevarlo hacia otra máquina, cabe recalcar que el proceso de transporte del producto obtenido de una máquina a otra máquina es manual, es decir, son los trabajadores y su fuerza los que transportan los productos de cada máquina en baldes.



**Figura 2.2.**Máquina picadora.

El siguiente proceso consiste en llevar el producto obtenido en la máquina picadora hasta una máquina mezcladora. Esto se realiza para poder mezclar el producto obtenido de la caña, junto con granos secos como la cebada y el maíz y complementariamente se agrega melaza que cumpla la función de compactar e integrar todos los ingredientes. Al igual que con el primer producto, este también debe ser sacado en un balde y debe ser llevado a la siguiente máquina.



**Figura 2.3.** Mezcladora de alimentos

La siguiente máquina es una prensadora que se encarga de recoger el producto insertado en la máquina y convertirla en croquetas.



**Figura 2.4** Paletizadora

## 2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Carencia de una maquinaria procesadora de balanceado con tres funciones para picar, mezclar y homogenizar simplificando el proceso de producción en una sola máquina para la “Granja Herrera”.

## **2.3. OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN**

### **2.3.1. Objeto de estudio**

La empresa “LA GRANJA HERRERA” se propone la optimización del proceso de elaboración de alimentos para cerdos mediante el diseño y construcción de una máquina, esta nueva máquina permitirá procesar el alimento de esta manera aprovechar el tiempo de los operarios en actividades que generen un mayor valor agregado a la empresa; además de reducir el consumo energético ya que la máquina procesadora de alimentos constará de dos motores bifásicos que ejecutarán el proceso y sustituirán a las tres máquinas que actualmente elaboran este procedimiento las cuales necesitan de un motor trifásico cada una para su funcionamiento. Mediante la elaboración de la máquina procesadora de alimentos, se logrará que los trabajadores ya no tengan que concentrar su esfuerzo físico en el transporte del producto de una máquina a otra, además, la producción realizará las tres operaciones de picado, mezclado y prensado de manera conjunta.

### **2.3.2. Campo de Acción**

El campo de acción al que pertenece el presente proyecto tecnológico corresponde: 330000 Ciencias Tecnológicas / 3310 Tecnología Industrial / 3310.02 Maquinaria Industrial.

## **2.4. BENEFICIARIOS**

Los beneficiarios del presente proyecto tecnológico se dividen en dos grupos:

### **2.4.1. Directos:**

Los beneficiarios directos son los 3 propietarios de la empresa LA GRANJA HERRERA ya que con este estudio se garantiza el proceso correcto de alimento.

### **2.4.2. Indirectos:**

Los beneficiarios indirectos son los trabajadores, veterinarios, clientes que adquieren el producto, proveedores de insumos y materia prima.

**Tabla 2.1**Beneficiarios indirectos

<b>BENEFICIARIOS</b>	<b>CANTIDAD CUANTITATIVA</b>
TRABAJADORES	3
CLIENTES	20
PROVEEDORES	5
VETERINARIOS	2
MECÁNICO	1
Total	31

## **2.5. JUSTIFICACIÓN**

Mediante la investigación de campo realizada en la empresa se pudo constatar que existen algunas actividades que afectan el proceso de alimentos como el transporte de materia prima de máquina a máquina, pérdidas económicas generadas por el alto consumo de energía eléctrica en la línea de producción e inocuidad en el proceso de preparación de alimentos para cerdos. A partir de identificación de estos problemas se propone mejorar estas condiciones con el desarrollo de una máquina semiautomática que realice las operaciones de corte, mezclado y prensado de manera conjunta; además se realizara una investigación bibliográfica para determinar la formulación química adecuada para la elaboración de balanceado para cerdos ya que en este aspecto es el más importante que los cerdos gocen de buena salubridad y tengan los nutrientes que necesitan en cada etapa de su crecimiento.

Mediante este mejoramiento continuo de la Granja Herrera los propietarios aumentaran sus ventas favoreciendo a beneficiarios indirectos los cuales ayudan con la preparación, producción, mantenimiento, distribución, venta, adquisición de materia prima.

Para poder llegar a un mejoramiento de producción y un buen desarrollo en la preparación de alimentos para cerdos se propone realizar las siguientes actividades. Diseñar el modelo de la procesadora de alimentos y posteriormente construir y ensamblar la máquina procesadora de alimentos y validar el correcto funcionamiento de la máquina.

Este proyecto contribuye socialmente a mejorar las condiciones laborales de la entidad, así como el fomento de una cultura de bienestar, el cuidado y la prevención. También, se puede concientizar a las directivas y colaboradores para sustentar la importancia de un programa de mejora continua en la producción y elaboración de alimentos para cerdos. Además, se contribuye académicamente a la generación de nuevos conocimientos, modelos y conceptos de

aplicación de la norma, así como el desarrollo de una investigación sistematizada cuyos resultados pueden convertirse en antecedentes para la intervención a empresa sobre este tipo de áreas de conocimiento.

Este proyecto contribuye a la empresa para que mejore sus procesos productivos, evidencie acciones significativas en materias de construcción de una máquina semiautomática para la producción de alimentos de cerdos y defina estrategias y políticas coherentes con el marco del normativo de construcción y producción.

## **2.6. HIPÓTESIS**

El diseño y construcción de una máquina procesadora de balanceados, permitirá mejorar la producción de alimentos para cerdos.

## **2.7. OBJETIVOS**

### **2.7.1. General:**

Optimizar el proceso de producción de alimento para cerdos mediante una propuesta de diseño y construcción de una máquina semiautomática en la empresa la Granja Herrera.

### **2.7.2. Específicos:**

- Diseñar un modelo de la procesadora de alimentos para la elaboración de balanceado para cerdo en la GRANJA HERRERA
- Construir y ensamblar la máquina procesadora de alimentos.
- Validar el correcto funcionamiento de la máquina en la empresa “LA GRANJA HERRERA”.

## **2.8. SISTEMA DE TAREAS**

Estas son actividades que se realizarán para dar cumplimiento a cada uno de los objetivos específicos planteados.

**Tabla 2.2.**Actividades planeadas.

<b>Objetivos específicos</b>	<b>Actividades (tareas)</b>	<b>Resultados esperados</b>	<b>Técnicas, Medios e Instrumentos</b>
Diseñar el modelo de la procesadora de alimentos.	Recopilación información de máquinas que realicen el proceso de corte y mezclado de alimentos. Elección de la mejor alternativa para el diseño de la máquina. Diseño de las partes y elementos de la máquina. Montaje de los elementos de la máquina utilizando un software de diseño 3D	Información recopilada Selección de la mejor alternativa Archivo ejecutable con el diseño de componentes de la máquina en 3D. Archivo ejecutable del diseño del prototipo de procesadora de alimentos en 3D	Análisis bibliográficos Investigación Análisis de la información del software CAD. Modelo de diseño estructural.
Construir y ensamblar una máquina procesadora de alimentos.	Selección de materiales y elementos normalizados. Construcción de los elementos y componentes de la estructura de máquina. Ensamble de los elementos de la máquina.	Materiales seleccionados para la máquina Elementos y componentes de la máquina Máquina ensamblada.	Análisis de información sobre los materiales para la máquina procesadora de alimento para cerdo
Validar el correcto funcionamiento de la máquina en la empresa “LA GRANJA HERRERA”.	Verificación del funcionamiento correcto de la máquina. Validación del proceso de preparación del alimento a producir.	Funcionamiento Correcto de la máquina	Producción semiautomática en la preparación de alimento.



### **3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

#### **3.1. HISTORIA**

Figuerola, V. (1990), cita que la caña de azúcar es posiblemente el cultivo tropical de mayor eficiencia en la fotosíntesis y en los mecanismos de producción de la biomasa; solamente a partir del jugo de caña o con la miel se logra 3,8 veces más energía que con un cereal secundario. Tradicionalmente la caña de azúcar ha estado vinculado a la agroindustria artesanal (trapiche panelero) o tecnificada (ingenio azucarero o fábricas de derivados), siendo su destino principal la producción de sacarosa para el consumo humano; lo anterior ha limitado el desarrollo y la aplicación de tecnologías para el empleo de este cultivo en la alimentación animal.

#### **3.2. PROCESO DE PICADO**

La operación del picado ha obtenido mucha popularidad en la cosecha de la cache de azúcar. Los factores a favor del picado son [1]:

- El grado de digestión y el tiempo de paso del pienso en el animal dependen del tamaño de las partículas del mismo. Cuantas más pequeñas son las partículas, más grande es la tasa de digestión y tiempo de paso más corto, lo que afecta indirectamente al consumo.
- El animal pone menos energía en triturar el material.
- El material picado tiene una mayor densidad. El tracto digestivo del animal tiene una cierta capacidad volumétrica, es decir, el material picado se llena el tracto digestivo con una mayor cantidad de alimento.
- El material es fácil de transportar mediante conductores mecánicos y aficionados.
- Facilita el proceso de ensilaje por su estructura y mayor densidad.
- Permite el uso de sistemas de alimentación automáticos.

No tiene sentido cortar el material más corto de lo necesario. Ajustar la longitud del picado depende de la velocidad de alimentación, la velocidad del pirata informático y número de palas en el volante.

- a) A una velocidad de avance baja, el material se corta en trozos pequeños.
- b) Con una alta velocidad del molinillo, la longitud de las piezas se reduce.
- c) Con un mayor número de cuchillas, corte el material en trozos pequeños.
- d) Con un avance elevado, la longitud de las piezas es mayor.
- e) A baja velocidad del molinillo, el material se corta en trozos más largos.
- f) Con un número menor de hojas, corte el material en trozos más largos.

Para reducir la longitud de corte, se puede reducir la velocidad de alimentación, aumentar las

revoluciones por minuto del picador y / o aumentar el número de álabes del rotor.

### **3.3. ALTERNATIVAS DE MÁQUINAS PICADORAS**

Las trituradoras se utilizan para reducir el material verde o seco a menores dimensiones. El picado se puede utilizar en material que ya ha sido cosechado, ya sea en forma de heno o verde, pero también se utiliza para la cosecha de forrajes trabajar directamente sobre el material en pie. Por esta razón, las trituradoras se dividen en trituradoras estacionarias y de campo. Las máquinas estacionarias se utilizan para triturar cultivos como heno, maíz y remolacha. Las máquinas de campo son cosechadoras que cortan y luego lo trituran.

Una cosechadora de forraje de tamaño común funciona con un motor eléctrico 7-8 KW o la rotación del rotor es de 2000 a 3500 rpm. Su productividad puede estar en el rango de 0.5 a 2.5 t / h, dependiendo del modelo de equipo y el material procesado. El rotor para la toma de fuerza de un tractor agrícola alrededor de 50 - 60 CV. La frecuencia que tiene 2-4 cuchillas. Los tamaños de las partículas obtenidas están en el rango de 0,5 a 5,0 cm [2].

### **3.4. PARTES CONSTITUTIVAS DE LA MAQUINA**

Hay varios tipos de picadores en el mercado, que se diferencian en varios de sus elementos constitutivos. Para obtener una máquina que cumpla con nuestros requisitos y objetivos propuestos, debemos considerar las diferentes opciones y elige el más adecuado. Cada máquina agrícola consta de los siguientes cuatro elementos básicos:

- Bastidor: Todas las demás partes de la máquina están montadas sobre él.
- Elementos de conexión: Por medio de estos, los elementos se vinculan entre sí, y con el chasis.
- Mecanismos de transmisión - Gracias a estos, se proporciona la fuerza y potencia, de un lado a otro de la máquina.
- Mecanismos operativos: Son aquellos que llevan a cabo el trabajo para el cual la máquina está programada.

El chasis, los elementos de conexión y los mecanismos de transmisión son construidos con materiales estandarizados. Sin embargo, los mecanismos operación tienen su propio diseño y construcción. El mecanismo operativo es parte del funcionamiento de la máquina. A menudo, el nombre de la máquina se deriva del mecanismo de funcionamiento y del nombre de la producción

#### **3.4.1. Chasis**

El bastidor es la parte estructural de la máquina, sobre la que otras partes. Puede ser sostenido por ruedas o por orugas, por pies, por el arado o por un tractor. Consiste en piezas de acero

fundido y piezas de acero prensado. En la construcción del marco utiliza materiales estandarizados. Estos incluyeron placas, barras, perfiles y tubos. Se construyen piezas de formas complicadas en acero fundido. Las barras planas se utilizan ampliamente en la construcción del chasis, principalmente en áreas sujetas a tensiones longitudinales. Son menos adecuados para resistir presiones longitudinales. Los perfiles se utilizan en la estructura del marco donde se deben soportar cargas de tensión y presiones longitudinales, así como flexión. Los tubos soportan también cargas, tanto de tensión como de presión, y de torsión. Permiten una construcción simple, sólida y le da al marco una forma estética.

Los materiales estándar son partes de construcción simple y tienen la siguiente forma:

- a) Barra plana, sección rectangular.
- b) Barra cuadrada, sección cuadrada.
- c) Barra hexagonal.
- d) Barra redonda.
- e) Tubo, soldado o sin costura.
- f) Perfil en U
- g) Perfil en T
- h) Perfil en ángulo, lados iguales.
- i) Perfil inclinado, con lados desnivelados.
- j) Sección en T
- k) Sección en U fría.
- l) Sección en ángulo frío, lados desnivelados.
- m) Perfilado en frío en forma de ángulo, con lados iguales.
- n) Conformado por laminado en frío en forma cuadrada y hueca.
- o) Perfilado en frío de forma rectangular y hueca.
- p) Perfilado en frío rectangular, esquinas redondeadas.
- q) Perfilado en frío en forma de tubo redondo.

Dentro del chasis consideramos la bandeja de alimentación, la estructura que soporta la máquina y su revestimiento.

### **3.4.2. Elementos de conexión**

Los elementos de conexión se pueden dividir en dos grupos:

- a) Conexiones fijas - Son aquellas que no permiten desconectar las partes que los integran, ya que se ensamblan mediante soldadura y / o remaches.
- b) Conexiones desmontables - Son aquellas que permiten el desmontaje de las piezas que los integran, para su reparación o sustitución. Estos tipos de conexiones son realizados mediante

pernos, amortiguadores y pernos de seguridad y sobrecarga.

Los elementos de conexión pueden ser:

- Soldadura. - Es una forma de conexión rápida y fuerte muy utilizada a menudo debido al ahorro de material. La desventaja, sin embargo, es que las piezas no se pueden separar o separar sin dañarlas.
- Remaches - La conexión actual es mediante remaches. Prácticamente obsoleto, ya que es una operación que requiere mucho tiempo y necesita más material.
- Pernos, Tuercas y Tornillos. - Estas conexiones son las más conocidas, permiten una conexión desmontable con una variedad de elementos.
- Pasadores, pasadores y collares. - Estos elementos se utilizan en la conexión de poleas, engranajes, ruedas y volantes en ejes.
- Muelles y muelles de amortiguación: conectan dos partes en forma flexible.

### **3.4.3. Mecanismos de transmisión**

Los mecanismos de transmisión son los encargados de transmitir el movimiento que es requerido para los diferentes elementos de la máquina. Cumplen una o más de las siguientes funciones [3]:

- Conexión entre ejes
- Transferencia de energía de un eje a otro
- Cambiar la velocidad de rotación
- Cambio de momento de fuerza, par o par
- Cambio de sentido de giro
- Sincronización de movimientos de ejes

### **3.4.4. Transmisión por engranajes**

La conexión entre dos engranajes se realiza mediante dientes. Los pasos de los dientes tienen que encajar.

### **3.4.5. Transmisión por cadenas**

La transmisión por cadena se utiliza en los casos en que la distancia entre los ejes es tal que no es práctico utilizar engranajes. Transferencia normal de las cadenas se montan entre ejes paralelos que giran en la misma dirección.

## **3.5. MECANISMOS OPERATIVOS**

### **3.5.1. Rodillos de alimentación forzada**

Rodillos para la alimentación forzada y uniforme del material, los rodillos de alimentación sirven para evitar la llegada del bagazo de caña de azúcar en la dirección del elemento de picado

y a su vez para controlar la velocidad de avance del material a picar. Si no tiene estos roles, los dos factores anteriores debe ser controlado manualmente por el operador. Para el funcionamiento de estos rodillos, el eje del motor de la máquina, regulación de velocidad mediante un motor reductor qué aumento en la potencia requerida del motor.

### 3.5.2. Rotor picador

El rotor está acoplado a varias palas que pasan cerca del borde de tope estacionario. Para este tipo de máquina tenemos en cuenta dos formas (tipos) de rotores que son:

- a) De volante
  - b) Tambor
- a) DE VOLANTE

Las palas radiales se utilizan en rotores de volante, colocados en el pesado volante de acero. El mismo que puede equiparse con perforaciones que permitir el paso del material picado hacia atrás, o sin ellos el material caería al fondo. Este tipo de rotor se utiliza generalmente para máquinas estacionarias.

- b) TAMBOR

En los rotores de tambor, el cilindro es ancho y se hace más grande a medida que aumenta la potencia de las máquinas, las cuchillas se colocan en la superficie formando hélices alrededor del cilindro, en número variable.

### 3.6. TRANSMISIÓN POR CORREA

El sistema de poleas de correa más simple consta de dos poleas ubicado a una cierta distancia, que a su vez gira debido al efecto de fricción entre correa y poleas. La correa de transmisión es una correa cerrada o una tira de cuero, goma u otro material de tipo flexible que permite la transmisión de movimiento al mismo tiempo poleas [4].

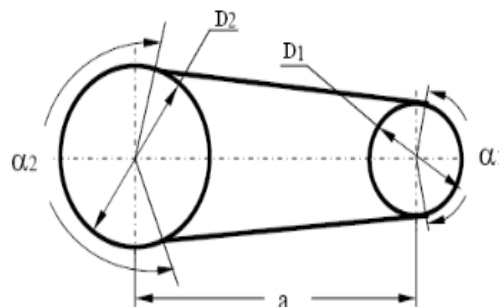


Figura 3.1 Transmisión por correa

### 3.7. SOFTWARE DE DISEÑO.

AutoCAD es un software de diseño asistido por computadora que permite trabajar en dos dimensiones (2D) o en tres dimensiones (3D). Está desarrollado y comercializado por la

empresa Autodesk y se considera el programa que es el estándar de la industria para aplicaciones que admiten las computadoras. AutoCAD se basa en parte en la creación de dibujos, por eso utiliza recursos gráficos tradicionales en el dibujo, como el color, el grosor de líneas y texturas rayadas. En dibujos de AutoCAD a partir de la versión 11 se utilizó el concepto de espacio modelo y espacio papel. Grande parte del procesamiento del dibujo tiene lugar en el espacio modelo, primero el "Modelo" 2D o 3D del objeto a visualizar. La sala de papel es para organizar el dibujo, anotar y trazar diferentes vistas del igual. Cada vista puede mostrar o visualizar una parte diferente del modelo desde una perspectiva diferente. Además de procesar imágenes vectoriales, la aplicación permite el uso de Herramientas de edición y a partir de archivos de fotos o una tarjeta de Bits en los que se dibujan figuras básicas (líneas, arcos, rectángulos, textos, etc.) crear gráficos más complejos. De forma predeterminada, la extensión es un archivo automático CAD es .dwg, aunque es posible exportar y procesar otros formatos la compatibilidad con otro software. Un ejemplo de esto es el formato. dfx, él incluso se puede editar con un sencillo procesador de textos [5] .

Cipamix (2012), dice que el núcleo proteico es un alimento concentrado para la elaboración de un alimento completo, para el levante y engorde de cerdos. Se debe suministrar mezclado con fuentes energéticas tales como granos (sorgo, arroz, maíz) o yuca [6]. La mezcla se realiza según la recomendación de su asesor técnico.

Requerimientos mínimos del núcleo proteico.

**Tabla 3.1.**Núcleo proteico [7].

Proteína mínimo	40 %
Grasa mínimo	2.5 %
Fibra máximo	10 %
Ceniza máximo	14 %
Humedad máxima	13 %

**Tabla 3.2.** Nutrientes [8].

NUTRIENTE	CRECIMIENTO 25-50KG	TERMINACION 50-105KG
E.Met.(Kcal./Kg)	3300	3250
Proteína(%)	18	16.50
Lisina (%)	1.05	1.00
Calcio (%)	0.78	0.75
Fósforo Disp. (%)	0.32	0.30

Araque, C. y Argenti, P. (2010), explica que la caña de azúcar se presenta como una alternativa, por ser una gramínea resistente a la sequía, con una abundante producción de biomasa y materia seca, con una excelente adaptabilidad a nuestras condiciones de suelo y clima, además de fácil manejo por el productor [9].

Los cerdos presentan ciertas ventajas sobre otras especies, ya que poseen una gran flexibilidad en el uso de la caña de azúcar como fuente de energía en sus dietas. Los cerdos son más eficientes cuando son comparados con los rumiantes en la conversión de azúcar en carne y grasa animal. Además, ellos son menos afectados por los efectos laxativos producidos por la azúcar marrón y la melaza que los cerdos de engorde.

### **3.8. REQUERIMIENTO DE CORRALES**

Para la cría de cerdos en confinamiento, es necesaria la construcción de corrales con materiales sólidos y fuertes [10].

### **3.9. ALIMENTACIÓN**

Una buena dieta debe incluir componentes nutritivos esenciales como agua, energía, proteínas, minerales y vitaminas.

Según la clase de animal, las necesidades diarias de agua son aproximadamente las siguientes:

**Tabla 3.3.** Consumo diario de agua [11].

Clase de animal	Consumo diario de agua
Verraco	10-15 litros
Marrana en gestación	10-17 litros
Marrana en lactancia	20-30 litros
Lechones destetados	2-4 litros
Lechones en crecimiento	6-8 litros

La falta de alimentos energéticos disminuye la conversión alimentaria y retarda el crecimiento. En cambio, un exceso produce demasiada grasa, que puede provocar infertilidad temporal. En cuanto a las proteínas es necesario considerar no solo la cantidad sino la calidad. Una deficiencia de proteínas en cantidad o calidad causa problemas de apetito y anomalías en el pelo y la piel, particularmente en los animales jóvenes. Los minerales que se requieren en la alimentación de los cerdos son principalmente calcio, fósforo, cloro y sodio. Los demás minerales se encuentran en los alimentos. Los cerdos generalmente son sensibles a la deficiencia de casi todas las vitaminas.

Barlocco, N. (1998), dice que la mayoría de los países de América Latina se ven enfrentados a constantes crisis en el sector de la producción porcina. Esta situación ha llevado al desaliento o incluso al abandono de esta actividad a gran parte de los porcinocultores [12]. Las modernas técnicas de producción de cerdos procedentes del hemisferio norte, exigen grandes inversiones que muchas veces no están al alcance de los pequeños y medianos productores de cerdos. Los altos costos de instalación, de equipamiento y alimentación, sumado a importantes fluctuaciones en el precio final que recibe el productor, determinan muchas veces la inviabilidad de la empresa porcina.

#### **4. MATERIALES Y MÉTODOS**

Para realizar esta investigación fue necesario utilizar los siguientes métodos detallados a continuación: El estudio inicio con una investigación de campo y descriptiva que permitió realizar el diagnóstico de la empresa, para conocer el estado en el que se encontraba el proceso de producción de alimentos para cerdos en la Granja Herrera. Se prosiguió con el método deductivo, puesto que es de imperativa importancia conocer el problema general para poder prever soluciones que vayan a lo particular. Este tipo de método consistió en observar la



dificultad de la producción de comida para los cerdos, la excesiva necesidad de esfuerzo y mano de obra humana y la distribución de máquinas. También fue necesario realizar un método inductivo, puesto que es necesario considerar otros modelos de crianza y otros modelos de producción y procesadora de alimentos. Es decir, con este método se observó lo particular para empezar a descubrir soluciones para el problema central. En cuanto a la investigación científica, será necesario realizar los estudios necesarios para poder determinar que el modelo de producción que se propone está funcionando de manera óptima y está presentando beneficios en la Granja. Finalmente, y como punto más importante se utilizó como metodología de diseño para la máquina, el método propuesto por el Dr. Carlos Ribba (2002) que describe que todo producto o máquina puede ser concebida mediante la aplicación de 4 etapas descritas como: etapa de definición, etapa de diseño conceptual, etapa de materialización y etapa de detalle a partir de cumplir con estas cuatro etapas se realizará el diseño y construcción de la máquina que brinde soluciones para los problemas del procesamiento de alimentos.

Para realizar la maquina propuesta se utilizó los siguientes materiales:

Acero inoxidable 304 dos láminas de 2.10 x 1.20

2 poleas de aleación en aluminio de diámetro 10 pulgadas

4 poleas de aleación en aluminio de diámetro 3 pulgadas

2 Tubos galvanizados de 1 pulgada de espesor

1 tubo de acero inoxidable de 1 pulgada y media.

2 motores de 7.5 hp con 7500 rpm

2 kilos de suelda 6011

4 chumaceras de 2 pulgadas

2 bandas tipo A

#### **4.1. TÉCNICAS**

En la presente investigación se han usado las siguientes técnicas: Entrevista realizada a las personas encargadas de Granja Herrera que proporcionaron información actualizada del funcionamiento de la granja para poder trabajar en el mejoramiento del proceso de producción de alimento para cerdo. También se utilizó la técnica de observación y documentación con fotografías y la técnica experimental ya que se realizó varias pruebas de distanciamiento de máquinas procesadoras para reducir tiempos en los procesos.

## **4.2. MÉTODO DE DISEÑO DE LA MÁQUINA**

El método utilizado para el diseño de la máquina semiautomática procesadora de alimentos es el Diseño Concurrente de Carles Ribba (2002), que indica que todo producto o máquina puede ser realizado mediante el desarrollo de las siguientes cuatro etapas.

- 1.- Etapa de Definición
- 2.- Etapa de Conceptualización
- 3.- Etapa de materialización
- 4.- Etapa de detalle

### **4.1.1 Etapa de definición**

En esta etapa se consideran las especificaciones de la máquina partiendo de la necesidad u objetivos a cumplir solicitados por el cliente. De la entrevista realizada al representante de la empresa Sra. Magy del Roció Herrera se estableció que el principal objetivo a cumplir con el diseño de la máquina es que tenga la capacidad suficiente para alimentar a todos los cerdos con dos raciones diarias de comida. A partir de este requerimiento se procede a calcular la cantidad de comida diaria que se debe preparar para alimentar a los cerdos de la granja Herrera. Para ello se considera que una dieta debe contener los nutrientes necesarios en las cantidades y proporciones correctas para alimentar a los cerdos adecuadamente, considerando la etapa fisiológica, peso, edad, sexo, potencial genético y estado de salud.

La formulación debe ser flexible para adaptarse a los precios de las materias primas y a las condiciones comerciales de la zona, manteniendo el equilibrio nutritivo y de inocuidad, atendiendo la regulación y normativas por parte de la autoridad sanitaria [13].

De una manera correlativa el ingrediente de preparación de alimentos se puede clasificar de la siguiente manera:

- Macro ingredientes con ingreso variable: son las fuentes de energía que están hechos a base de cereales tales como son; maíz, trigo, soya, caña de azúcar.
- Macro ingredientes con uso ilimitado: son nutrientes que se le agrega a la dieta de los cerdos tales como es; la melaza, suero de queso, grasas.

#### 4.1.1.1 Consumo de alimentos por etapa

La empresa clasifica a su ganado porcino dependiendo de su peso y edad, en base a cada etapa el animal necesita recibir un tipo especial de balanceado que lo puedan digerir y ofrezcan los nutrientes que necesitan.

**Tabla 4.1** Clasificación de los cerdos según su peso [14] .

Lechón	Marrano	Primal	Gordo
0-23 kg	23-58 kg	58-104 kg	104-161 kg

En general, la mayoría de las granjas porcinas carecen de un programa específico de alimentación para sus cerdos. Normalmente se utiliza la misma dieta que reciben los animales de diferentes características, los niveles de alimentación que se establecen dependen de la condición corporal del animal, incrementándose o disminuyéndose la cantidad de alimento suministrado, según el cerdo este pesado o liviano el cual su alimentación diaria es de dos veces por día comprendido en la siguiente tabla [15].

**Tabla 4.2.** kg de alimentación diaria de los cerdos.

Lechón	Marrano	Primal	Gordo
1- 2 kg	2-3 kg	3-4 kg	4-5 kg

La Granja Herrera actualmente cuenta con una producción de 50 cerdos de raza Duroc en sus diferentes etapas de crecimiento, los cuales se clasifican de la siguiente manera:

**Tabla 4.3.** Clasificación de cerdos.

Lechón	Marrano	Primal	Gordo
11	12	14	13

El proceso de alimentación se realiza todos los días, se procesa la materia prima en dos jornadas una en la mañana y la siguiente en la tarde para alimentar a los cerdos, el operario calcula la

capacidad de producción de alimento para no tener desperdicios ni sobreproducción de balanceado.

La propuesta designada a la granja es realizar el proceso de preparación de alimentos para cerdos una vez por día para optimizar trabajo del operario y costos económicos de producción, también se recomienda en clasificar el proceso de producción dependiendo la edad y peso del marrano. Mediante la siguiente tabla se puede observar las cantidades de balanceado de cerdos que se requiere para la clasificación por kg de desarrollo.

**Tabla 4.4** Porción diaria de alimentación para cerdos.

	Cantidad	Cantidad de alimento por unidad/día	Total Alimento/día
Lechones	11	1,5 kg	16,5 kg
Marranos	12	2,5 kg	30 kg
Primal	14	3,5 kg	49 kg
Gordo	13	4,5 kg	58,5 kg

Después del animalices realizado de la alimentación de los cerdos mediante su etapa de edad los cerdos lechones ingieren una cantidad de 16.5 kg diarios, los cerdos marranos se alimenta con 30 kg de balanceado, los primal se alimenta con 49 kg y por último los cerdos gordos se alimentan de 58.5 kg el cual la preparación de alimento se realiza independiente para cada etapa dependiendo de características específicas de preparación de alimento. El dimensionamiento de la maquina se realizó con la cantidad más alta de preparación de alimento para así no poder sobredimensionar la maquina en su construcción.

Posterior a los cálculos realizados mediante la capacidad de alimentación de los cerdos se pasa a dimensionar el recipiente para poder calcular la capacidad de producción de la maquina

procesadora de alimentos, la cual es donde se va a producir el mezclado homogéneo de todas las materias primas tales como caña de azúcar, melaza, grano cerco.

**FORMULA GENERAL:**

$$\delta = \frac{m}{V} \quad (4.1)$$

**Donde:**

$\delta$ : densidad

m: masa/

V: Volumen

La densidad del alimento para cerdo depende de los componentes de que está constituida el balanceado para este caso de estudio se define la densidad promedio del alimento como 0,000985kg/cm<sup>3</sup> de alimento [6].

**CÁLCULO DE CAPACIDAD DE LA MÁQUINA:**

$$V = \frac{58,5 \text{ kg}}{0,000985 \text{ kg/cm}^3} = 59\,390,86 \text{ cm}^3 \quad (4.1)$$

$$V = 59,39 \text{ l} \approx 60 \text{ litros}$$

**Cálculo de la Fuerza de Corte de la Caña de Azúcar**

$$I_z \equiv \frac{m(a^2+b^2)}{18} \quad (4.2)$$

$$m = v \times p$$

$$v = \frac{bxhxt}{2}$$

Donde:

I<sub>z</sub> = momento de inercia de masa respecto al eje Z (kg. mm<sup>2</sup>)

m = masa del cuerpo(kg.)

a = Distancia de un vértice al centroide (mm)

b = Lado del triángulo(mm)

v = volumen triángulo rotor (mm<sup>3</sup>)

$\rho$  = densidad del acero (kg. / mm<sup>3</sup>)

h = Altura del triángulo (mm)

t = calibre del triángulo rotor(mm)

b = 337 mm

$\rho$  = 7.86 E-6 kg. / mm<sup>3</sup>

h = 292 mm

Remplazando los valores en las respectivas fórmulas se obtiene:

a = 194.67 mm

v = 0.3124 E6 mm<sup>3</sup>

m = 2.456 kg.

Iz = 20700.3 kg. mm<sup>2</sup>

#### 4.2.1. Cálculo de la Potencia para Vencer la Inercia de los Cuerpos

$$FT = m(r\alpha)F$$

$$FT r \tau = m(r\alpha)$$

$$r = m r^2 \alpha$$

$$r = I \alpha$$

$$\alpha = \frac{T}{I} \quad (4.3)$$

$$= \frac{100 \text{ Nm}}{0.1 \text{ kgm}^2}$$

$$= 1000 \text{ rad/s}^2$$

#### 4.2.2. Tiempo Constante de la Velocidad

$$w = w_0 + \alpha t \quad (4.4)$$

$$t = \frac{w_{max}}{\alpha}$$

$$= \frac{150 \text{ rad/s}}{1000 \text{ rad/s}^2}$$

$$= 0.15 \text{ s}$$

**Tabla 4.5** Lista de referencias especiales.

LISTA DE REFERENCIA DE ESPECIFICACIONES	
Función	<p>Picadora: Ingresar la caña a esta sección y se obtienen pedacitos pequeños para después automáticamente transportarla hacia a sección mezcladora.</p> <p>Mezcladora: Incorpora y mezcla los granos secos (trigo, maíz, machica, entre otros), melaza, caña de azúcar para obtener balanceado de cerdos.</p>
Dimensiones	<p>Altura= 1.80m</p> <p>Ancho= 2.m</p> <p>Profundidad = 1.20</p>
Movimientos	<p>Velocidad = 7500 rpm</p> <p>Movimiento de rotación del volante de inercia.</p> <p>Velocidad de reducción en poleas a 40 rpm</p>
Energía	<p>Dos motores de capacidad de trabajo 5 hp con una tensión eléctrica bifásico de 220 v</p>
Materiales	<p>Se utilizó los siguientes materiales:</p> <p>Acero inoxidable 304 dos láminas de 2.10 x 1.20</p> <p>2 poleas de aleación en aluminio de diámetro 10 pulgadas</p> <p>4 poleas de aleación en aluminio de diámetro 3 pulgadas</p> <p>2 Tubos galvanizados de 1 pulgada de espesor</p> <p>1 tubo de acero inoxidable de 1 pulgada y media.</p> <p>2 motores de 7.5 hp con 7500 rpm</p> <p>2 kilos de suelda 6011</p> <p>4 chumaceras de 2 pulgadas</p> <p>3 bandas tipo A</p>
Señales y control	<p>Tablero de mando</p> <p>Conexión con protecciones</p> <p>Encendido y apagado</p>

Fabricación y montaje	<p>Capacidad de peso máximo 127 kg</p> <p>Especificación de materia prima sección de trituración: solo caña de azúcar</p> <p>Especificación de materia prima sección de mezclado: granos secos (trigo, maíz, machica, entre otros), melaza, caña de azúcar.</p>
Vida útil	<p>Chumaceras promedio de vida 2 años</p> <p>Motores promedio de vida 5 años realizando su mantenimiento cada 6 meses</p> <p>Bandas de transmisión promedio de duración 1 año</p> <p>Poleas de aluminio promedio de vida 4 años</p>
Mantenimiento	<p>Mantenimiento preventivo de 3 a 6 meses</p> <p>Mantenimiento correctivo cuando sea necesario</p> <p>Inspección visual todos los días</p>
Coste	<p>Costos de mano de obra</p> <p>Costos de materia prima</p> <p>Costos de indirectos</p>
Seguridad y ergonomía	<p>Protección de la trituradora</p> <p>Protección en la mezcladora</p> <p>Protección de motores</p> <p>Estandarización de la altura de la maquina</p>

### 4.3. ETAPA 2. DISEÑO CONCEPTUAL

En la etapa de diseño conceptual se determinan los principios de funcionamiento y la estructura funcional de la máquina para ello se proponen algunas alternativas de máquinas que cumplan con las especificaciones inicialmente descritas y la posterior selección de la alternativa más adecuada.

#### 4.3.1. Alternativa a

La primera maquinaria que se encuentra operando en la GRANJA HERRERA está compuesta de tres áreas diferentes a la hora de operar: la primera se encarga de picar la caña con sus paletas rotatorias en su propio eje, la materia prima es depositada en un recipiente, el operario



transporta a la siguiente máquina, esta se encarga de mezclar homogéneamente la materia prima, cuando ya se obtiene la mezcla se traslada a la tercera máquina que es la encargada de compactar el balanceado de los cerdos.



**Figura 4.1.** Picadora y mezcladora de materia prima.

#### **4.3.2. Alternativa b**

Estará compuesta de una sola máquina que consta de una cortadora de caña de azúcar que se encuentra conectado al depósito de productos, dos tolvas que hacen el trabajo de almacenar la materia prima y nutrientes con conexión al depósito, en el cual se realizará la mezcla homogénea consiguiendo un producto final.

#### **4.3.3. Alternativa c**

Es una maquina construida en el año 2016 la cual está operativa, pero en la actualidad se dio de baja por costos elevados de mantenimiento y no acoplarse a los puestos de trabajo de los operarios, por lo cual se pensó hacer una reconstrucción de la maquina dando un aspecto más funcional y cambiando piezas que no produzcan desgaste consecutivo y sea ergonómico el puesto de trabajo.



**Figura 4.2.** Mezcladora y Peletizadora de materia prima.

**Tabla 4.6** Ponderación de alternativas.

PARAMETROS	PESO RELATIVO %	ALTERNATIVAS		
		A	B	C
Ergonomía de la máquina.	30	7	9	8
Funcionamiento de la máquina.	30	6	8	6
	20	8	8	7
Rapidez de proceso.	15	4	9	7
Producto final.	5	8	8	8
Fiabilidad de la máquina				
<b>PUNTUACION TOTAL</b>		6.5	8.45	7.05

$$PA1. \_ = 7*0.30+6*0.30+8*0.20+4*0.15+8*0.05= 6.5$$

$$PA2. \_ = 9*0.30+8*0.30+8*0.20+9*0.15+8*0.05= 8.45$$

$$PA3. \_ = 8*0.30+6*0.30+7*0.20+7*0.15+8*0.05= 7.05$$

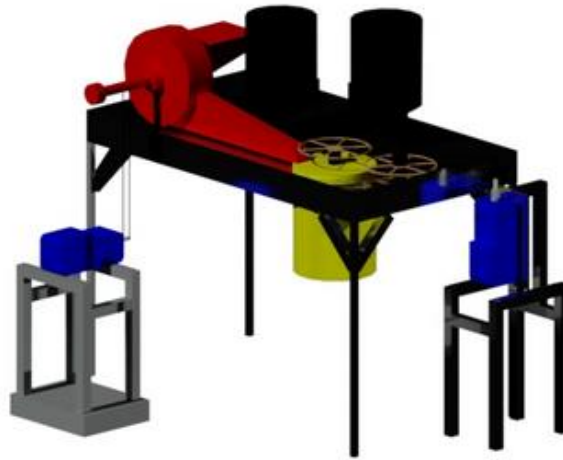
#### **4.3.4. Análisis de alternativas**

Como se puede observar en la tabla 1 Calculo de Alternativas según los siguientes parámetros de valoración: ergonomía de la máquina, funcionamiento de la máquina, rapidez de proceso, producto final, fiabilidad de la máquina; la ALTERNATIVA B da como resultado un valor de 8.45, valoración que sobrepasa a las otras alternativas, siendo esta la solución a la necesidad de la GRANJA HERRERA.

### **ETAPA 3. DISEÑO DE MATERIALIZACIÓN**

En esta etapa se propone el diseño de la máquina en 3D, mediante un software de diseño asistido por computadora que permite obtener una visión general de las formas, dimensiones, elementos y componentes de la máquina, proceso de fabricación y materiales.

La maquinaria propuesta para un mejor trabajo y desempeño en la optimización de preparación de alimentos para cerdos tiene la siguiente estructura básica.



**Figura 4.3.** Máquina seleccionada.

## **Materiales utilizados en base al diseño planteado**

### **4.3.4.1 Bancada**



**Figura 4.4.** Bancada.

Se realizó la toma de decisión mediante criterios ponderados ver **Tabla 4.7** para la selección de material para la construcción del banco de trabajo donde van a estar colocados todos los componentes para su proceso de preparación de alimentos.

**Tabla 4.8** Ponderación del hierro.

PARAMETROS	PESO RELATIVO %	ALTERNATIVAS		
		Hierro negro	Hierro galvanizado	Hierro fundido
Durabilidad	35	7	9	8
Corrosiva.	30	6	4	6
Precio.	20	8	8	6
Maleabilidad.	15	4	5	4
PUNTUACION TOTAL		6.45	6.7	6.4

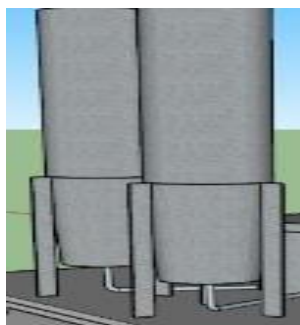
$$PA1. \_ = 7*0.35+6*0.30+8*0.20+4*0.15= 6.45$$

$$PA2. \_ = 9*0.35+4*0.30+8*0.20+5*0.15= 6.7$$

$$PA3. \_ = 8*0.35+6*0.30+6*0.20+4*0.15= 6.4$$

Despues de realiazar los calculos pertinentes para poder realizar la selección de material para la realizacion del banco de trabajo se puede notar que el material mas idoneo para la realizacion es el hierro galvanizado.

#### 4.3.4.2 Silos



**Figura 4.5.** Silos.

Para realizar la selección de material de construcción de los SILOS se realizó mediante criterios ponderados ver **Tabla 4.9** donde dimos valoraciones a las características: normativa ascem, corrosiva, precio y maleabilidad.

**Tabla 4.10.** Ponderaciones de Acero.

PARAMETROS	PESO RELATIVO %	ALTERNATIVAS		
		Acero mate	Acero 304	Acero cromado
Normativa Ascem	35	7	9	8
Corrosiva.	30	6	8	6
Precio.	20	8	8	7
Maleabilidad.	15	4	9	7
PUNTUACION TOTAL		6.45	8.5	7.05

$$PA1. \_ = 7*0.35+6*0.30+8*0.20+4*0.15= 6.45$$

$$PA2. \_ = 9*0.35+8*0.30+8*0.20+9*0.15= 8.45$$

$$PA3. \_ = 8*0.35+6*0.30+7*0.20+7*0.15= 7.05$$

Mediante los valores obtenidos se puede diferenciar que la mejor alternativa para realizar los silos es en Acero Inoxidable 304 este material es resistente a la corrosión del medio ambiente el cual no pierde propiedades de dureza, de níquel, soporta unas temperaturas de 300 °C, este tipo de material es utilizado en la industria alimenticia ya que favorece a la inocuidad de los alimentos.

#### 4.3.4.3 Sistema de transmisión



**Figura 4.6.** Poleas de transmisión de movimiento.

**Tabla 4.11.** Ponderación de Poleas.

PARAMETROS	PESO RELATIVO %	ALTERNATIVAS		
		Polea de madera	Polea de aluminio	catalina
Ruido	35	7	3	8
durabilidad	30	5	9	6
Precio.	20	6	8	5
Confiabilidad	15	4	9	4
PUNTUACION TOTAL		5.75	6.7	6.2

$$PA1. \_ = 7*0.35+5*0.30+6*0.20+4*0.15= 5.75$$

$$PA2. \_ = 3*0.35+9*0.30+8*0.20+9*0.15= 6.7$$

$$PA3. \_ = 8*0.35+6*0.30+5*0.20+4*0.15= 6.2$$

Mediante la operación realiza por métodos ponderados la mejor opción es poner un sistema de transmisión de potencia vasa en poleas con banda de un solo canal y que no son ruidosas, la durabilidad es de aproximadamente cuatro años, el precio es bastante relevante ya que es de aleación aluminio y no es muy caro, con respecto a la calidad del material es bueno ya que consta con aleaciones de cobre, silicio, magnesio, etc. estos componentes le ayudan a dar una durabilidad extensa.

#### ETAPA 4. DISEÑO DE DETALLE

Para finalizar el trabajo se realizó la elaboración de planos de conjunto y detalle en los que se especifican la lista de componentes y elementos normalizados que se utilizaran para la construcción y ensamble de la máquina, además del presupuesto utilizado en la construcción de esta máquina.

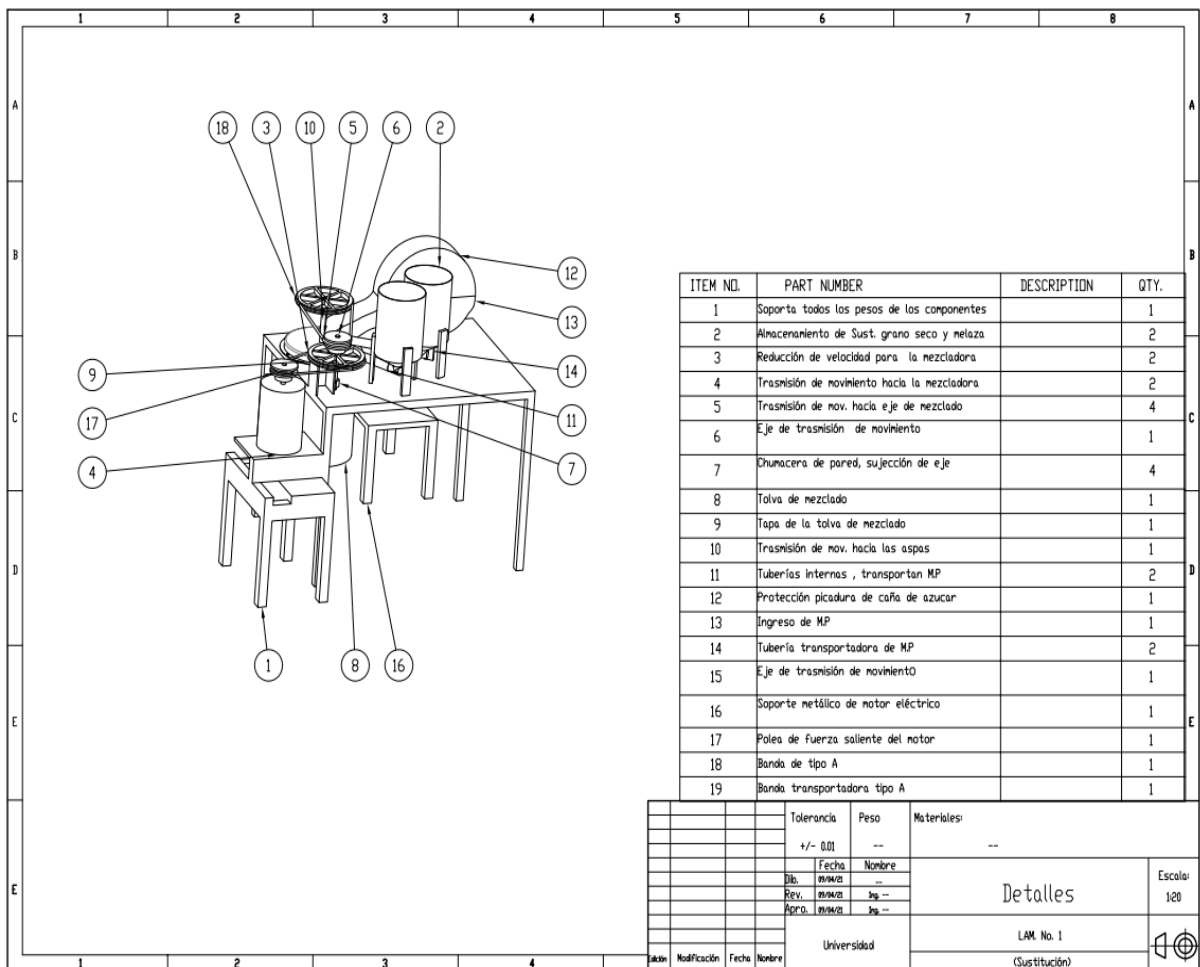


Figura 4.7. Plano de detalles de la máquina.

## **Construcción de los elementos de la máquina**

En base a los planos de detalle se fabrican los elementos y piezas de la máquina con el material y dimensiones requeridas

### **Banco de Trabajo**

Esta estructura tiene algunos componentes que se van a unir mediante la soldadura por arco eléctrico, para este trabajo se utilizó un electrodo 6011 para así fijar de mejor manera la estructura de los parantes con las mesas de trabajo. Los parantes de sujeción de la mesa de trabajo se realizó en perfil tipo U 20x20x2mm. Se construyó la lámina protectora de la parte superior del banco de trabajo en unas medias de  $180 \times 200 \text{ cm}^2$  de espesor de 1.5mm.



**Figura 4.8.** Banco de trabajo.

### **Volante de Inercia**

Tiene un diámetro de 20mm con un espesor de 3 mm de grosor, que le ayudara a girar de una manera fluida, además se agregó contrapesos que hacen que las cuchillas de corte, se acoplaron mediante tornillos de 5mm de rosca fina en aleación acero inoxidable con calidad 304, para el acoplamiento del volante de inercia se maquino un eje de 2" dejando a la medida de 4mm de diámetro para poder ingresar en el centro del volante.





**Figura 4.9.** Volante de inercia.

### **Eje de Transmisión**

En los extremos del eje que gira en su mismo ángulo de rotación se puso chumaceras para poder eliminar la fricción entre materiales para que sea un giro menos complicado y más sutil con su movimiento, se insertó una polea de aluminio de 2" en el extremo del eje de transmisión de movimiento el cual esto será conectado mediante bandas de fuerza al motor principal para efectuar su movimiento.



**Figura 4.10.** Eje de transmisión.

### Acople de chumaceras

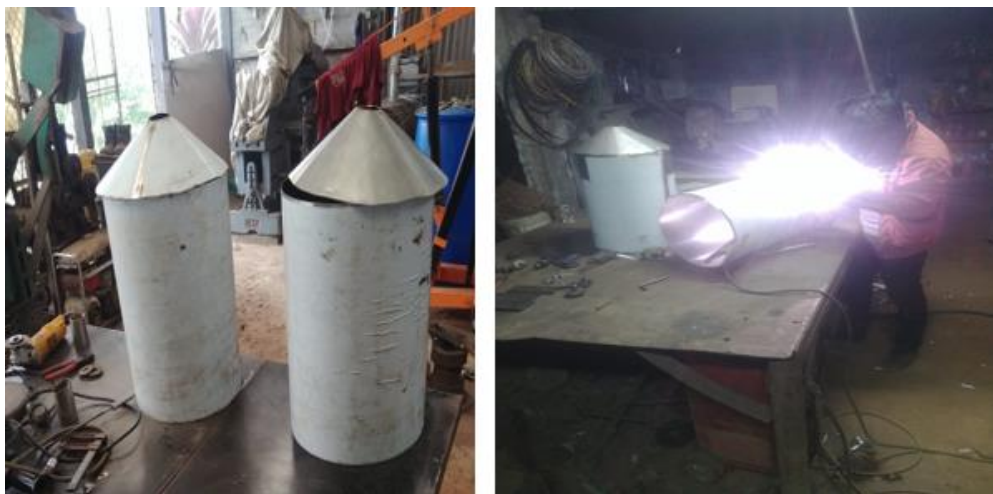
Se realizó la protección del volante de inercia conjuntamente con la porta cuchillas mediante un caparazón de lámina de acero galvanizado par así no tener riesgo de accidentes con el personal, solo se mantuvo dos orificios de 40mm de alto por 40mm de ancho para poder ingresar la caña de azúcar donde será triturada con las cuchillas, se dejó un orificio en la parte inferior para que salga la materia prima por medio de la inercia y será depositada en el área de mezclado



**Figura 4.11.** Volante, Chumaceras, Polea.

### Silos

Se procede a realizar dos silos en los cuales van a contener grano seco y extracto de jugo de caña denominado melaza, estos silos se realizó con lamina de acero inoxidable 304 con un espesor de 2 mm este material es idóneo para su corrosión se realizó los dobleces necesarios el cual también fue soldados por suelda de arco eléctrico denominada TIG.



**Figura 4.12.** Construcción de Silos.

### **Tanque de Mezclado**

Está fabricado de acero 304 en su interior de forma horizontal se instaló un esparrago con espiras verticales para facilitar el movimiento de la materia prima a trabajar en la preparación de alimentos.



**Figura 4.13.** Tanque de mezclado.

### **Sistema de Transmisión**

En su parte superior del esparrago cuenta con una polea de aluminio de 2 pulgadas con un solo canal tipo A para poder transmitir el movimiento hacia otra polea de diámetro 10 pulgadas para reducir la velocidad.



**Figura 4.14.** Transmisión de poleas.

## **Tuberías**

La instalación de tuberías internas que permiten transportar el alimento procesado por gravedad de la cortadora hacia la mezcladora.



**Figura 4.15.** Tubería interna.

## **Motores Eléctricos**

La máquina requiere la instalación de dos motores eléctricos para transmitir el movimiento a todos los componentes.



**Figura 4.16.** Motores Eléctricos.

## **Ensamble de componentes:**

Construidas cada una de las piezas y componentes de la máquina se procede a realizar el ensamble de sus elementos junco con los elementos normalizados (chumaceras, poleas, bandas, tonillos).



**Figura 4.17.** Ensamble de componentes.

Posterior a la construcción de la propuesta se pudo diferenciar varios avances en el proceso de mejora en la empresa la Granja Herrera, los cuales favorecen en su preparación de alimentos para cerdos disminuyendo desplazamiento del operario, garantizando el producto, también se hace énfasis en la preparación de alimentos que se realiza ya que estos componentes nos ayudan a mantener fuera de contaminación y de parásitos que pueden complicar la dieta de los cerdos, por eso se realizado el trabajo en un material libre de inocuidad y que presenta características de estandarización para preparación de alimentos.

#### **4.4. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO**

En las pruebas de funcionamiento que se realizó la detección de fallos físico respecto a la máquina fueron varios, en primer motivo la velocidad del motor es de 7500 rpm, respecto al volante de rotación de la picadora de caña tiene un diámetro de 20 cm las cuales el movimiento de rotación en el mismo ángulo transmite las chumaceras las cuales su diámetro interior es de media las cuales se me recalentaban y ´producía perdida de grasa, se resecan muy rápidas, tenemos un problema de velocidad muy rápida de trabajo para el volante de inercia sus respecto al ángulo de giro no soportaba tan velocidad estas chumaceras y el eje de transmisión producía calentamiento.

Por lo cual después de tener unos pequeños inconvenientes en la parte de pruebas de la máquina se decidió remplazar las chumaceras por unas de dos pulgadas las cuales soportan una velocidad de 25000 rpm y es de fácil lubricación, para poder acoplar estas chumaceras toco instalar nuevas bases dimensionadas para el volante de inercia así también se instaló de 40 cm el cual facilitara

el picado de las cañas se instaló unas cuchillas de acero inoxidable para no perjudicar la salud de los cerdos, se instaló nuevamente protecciones alrededor del volante de inercia ya que trabaja a altas velocidades y puede salir volando cualquier pieza que ponga en riesgo del operario.



**Figura 4.18.** Máquina procesadora A.



**Figura 4.19.** Máquina procesadora B.

## 4.5. PRESUPUESTO

**Tabla 4.12.** Costos de materia prima.

### 4.5.1. Costos materia prima

Detalle	Cantidad		Precio Unitario	Total
Angulo tipo L (40X40X6)mm X 6m	2	Unidades	14,29	28,57
Lamina de acero inoxidable (1220X2440X4,5) mm	2	Unidades	116,07	232,14
Tubería 2"	1	Metros	4,46	4.46
Poleas de aluminio 2 pulgadas	3	Unidades	5,80	17,41
Platina Solida	3	metros	4.20	12.60
Bandas de transmisión	4	Unidades	5,36	21.43
Ejes 2 "	1	Metros	10	10
Chumaceras	2	Unidades	15	30
Motor 5hp	2	Unidades	450	700
<b>Subtotal</b>			<b>226,34</b>	<b>1156.61</b>
IVA 12%				126.79
Total				1,183.40

### 6.3 COSTOS MANO DE OBRA

Actividad	Proceso	C. Hora	T. Horas	Total
Dimensionar las Piezas	Medir y cortar	2.5	18	45
Estructura	Sueldas, Pulir	2.5	20	50
Colocar la carcasa	Corte, perforación y	2.5	4	10
Cubre motor	Corte, perforación y	2.5	4	10
Bandeja	Corte, perforación y	2.5	6	15
Eje Principal	Corte, torneado y	2.5	7	17,5
Poleas	Torneado	2.5	4	10
<b>Total</b>				<b>157.50</b>

#### 4.5.2. OTROS COSTOS DE FABRICACIÓN

Detalle	Cantidad		Precio Unitario	Total
Suelda hilo	7	Unidades	5,36	37,52
Discos de corte	7	Unidades	3.25	22.75
Discos de desbaste	5	Unidades	4.20	21
Cable Gemelo	5	Metros	2.10	10.50
Interruptor	3	Unidades	4.75	14.25
Guarda motor	2	Unidades	17,86	35.72
Pernos	10	Unidades	0,5	5
Subtotal			31,28	146.74
IVA				17.61
<b>Total</b>				<b>165.35</b>

#### 6.5 TOTAL COSTOS INVERTIDOS EN LA REALIZACIÓN DE LA MÁQUINA

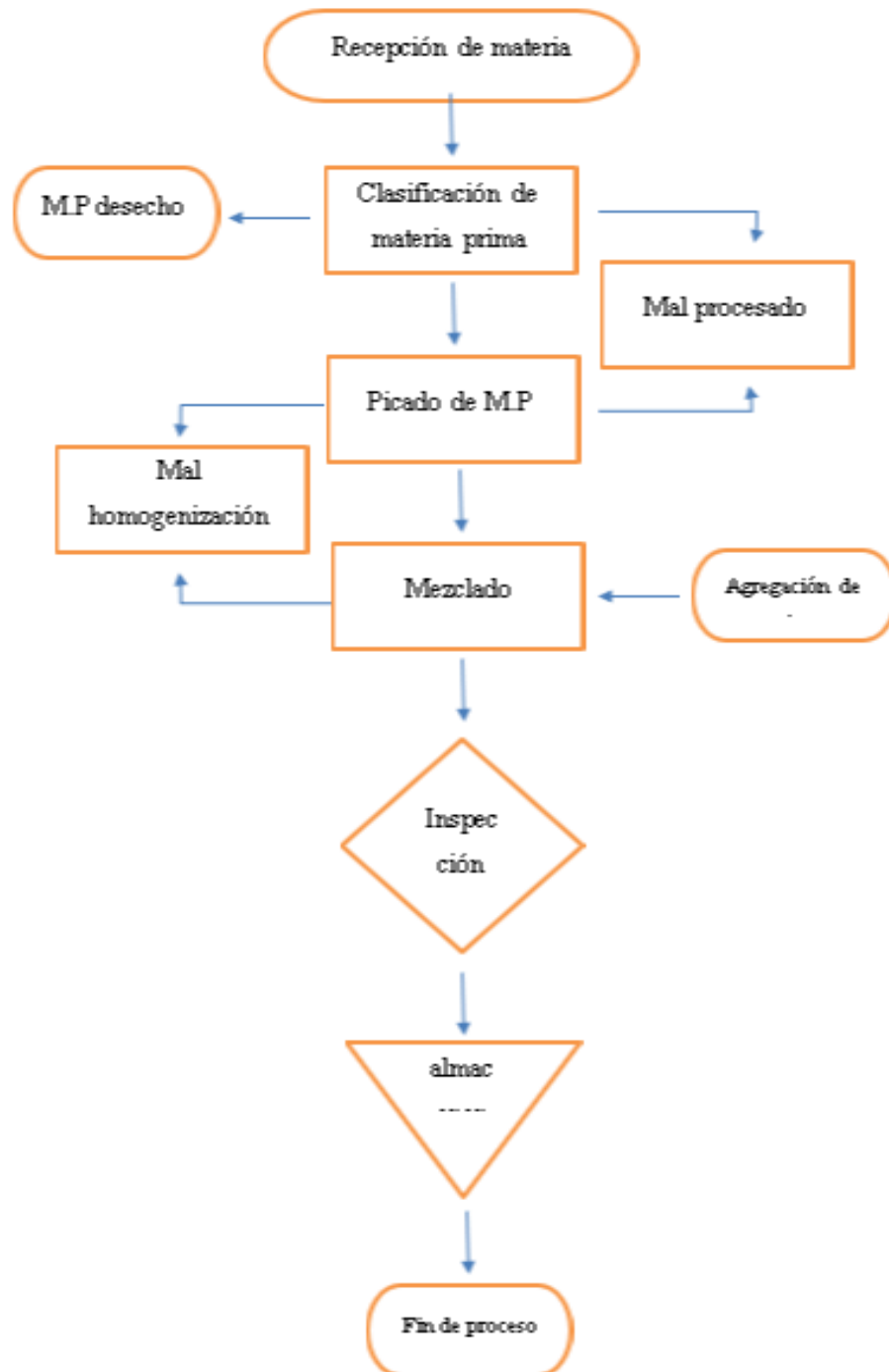
Materia Prima	1.183.40
Mano de obra	157.50
<b>Total</b>	<b>1.305.9</b>
Costos indirectos de fabricación	200.35
<b>TOTAL</b>	<b>1.506.25</b>



## 5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS


### 5.1. PROCESO ACTUAL DE LA ELABORACIÓN DE ALIMENTO PARA CERDO

Las actividades que actualmente se realizan en la empresa para la elaboración de alimento para cerdo se describen mediante el siguiente diagrama de flujo:

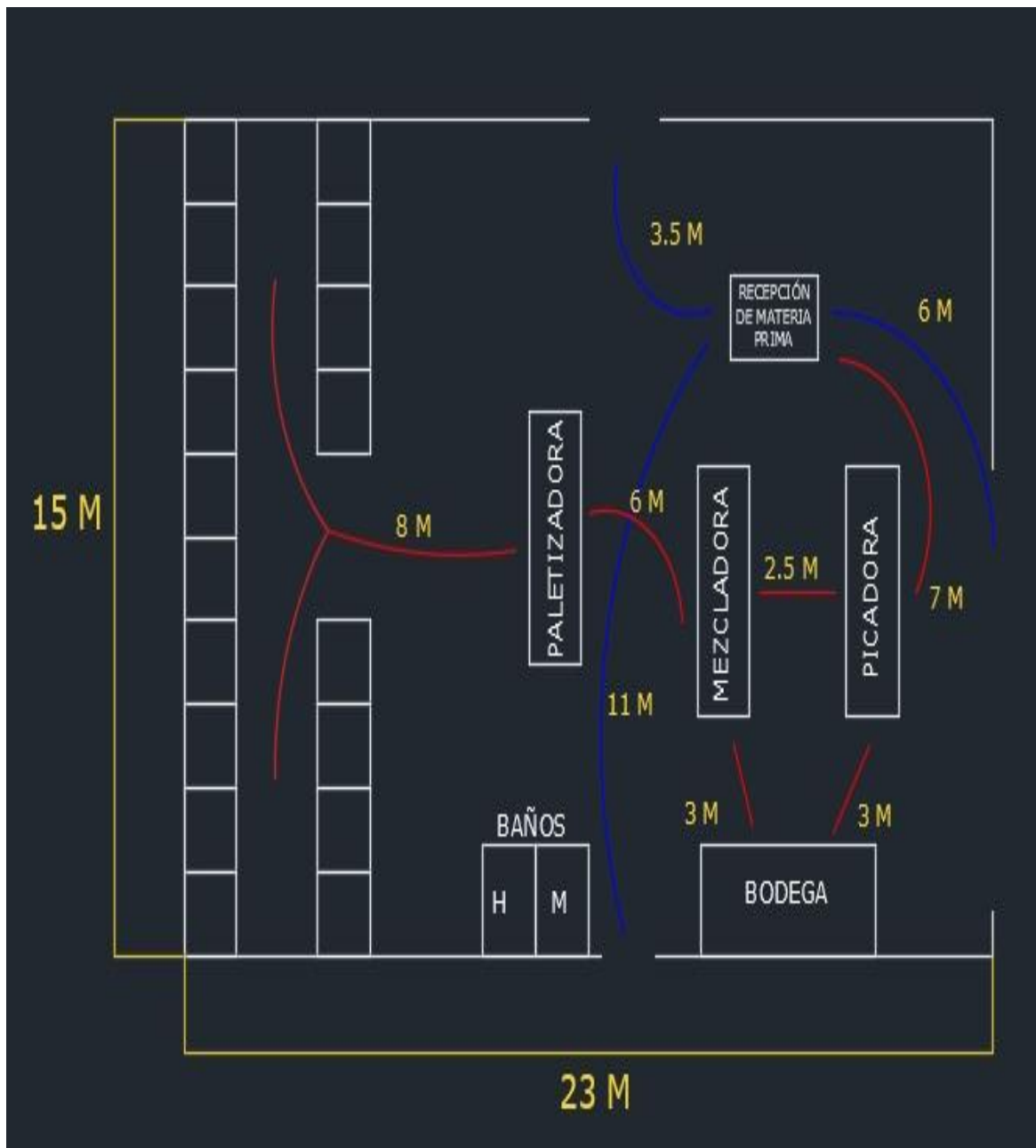


**Figura 5.1.** Diagrama de Flujo de procesamiento de alimento.

**Tabla 5.1.** Proceso productivo actual.

NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN
A	En esta área se receipta la caña de azúcar proveniente de los cultivos de la finca.
B	En este departamento se clasifica, se limpia y se procede a introducir en la picadora de trituradora.
C	La materia prima es depositada en la mezcladora con enzimas de grano seco.
D	En esta área la materia prima es compactada para realizar una paletización del alimento.
E	El producto terminado se almacena en recipiente de 20 kilogramos a la intemperie.
F	En el área F se procede a alimentar a los cerdos transportando la materia prima con esfuerzo físico.
GRANJA	Es el final donde termina el proceso de producción y alimentación de cerdos
	Indica las áreas por donde transita la materia prima hasta llegar a su final, esto lo realiza un operario el cual transporta a esfuerzo físico.
PLANTACIÓN DE CAÑA	La Granja Herrera pose de plantación de materia prima “caña de azúcar” la cual abastece para la preparación de la producción de alimentos de cerdos.


En la siguiente gráfica se presenta el Layout de la empresa, en el que se pueden identificar las diferentes áreas que forman la empresa la Granja Herrera.



**Figura 5.2.** Layout actual de la granja.

En la Tabla 5.2 se presenta el diagrama de proceso del área de producción de alimento para cerdos de las máquinas instaladas en la empresa LA GRANJA HERRERA.

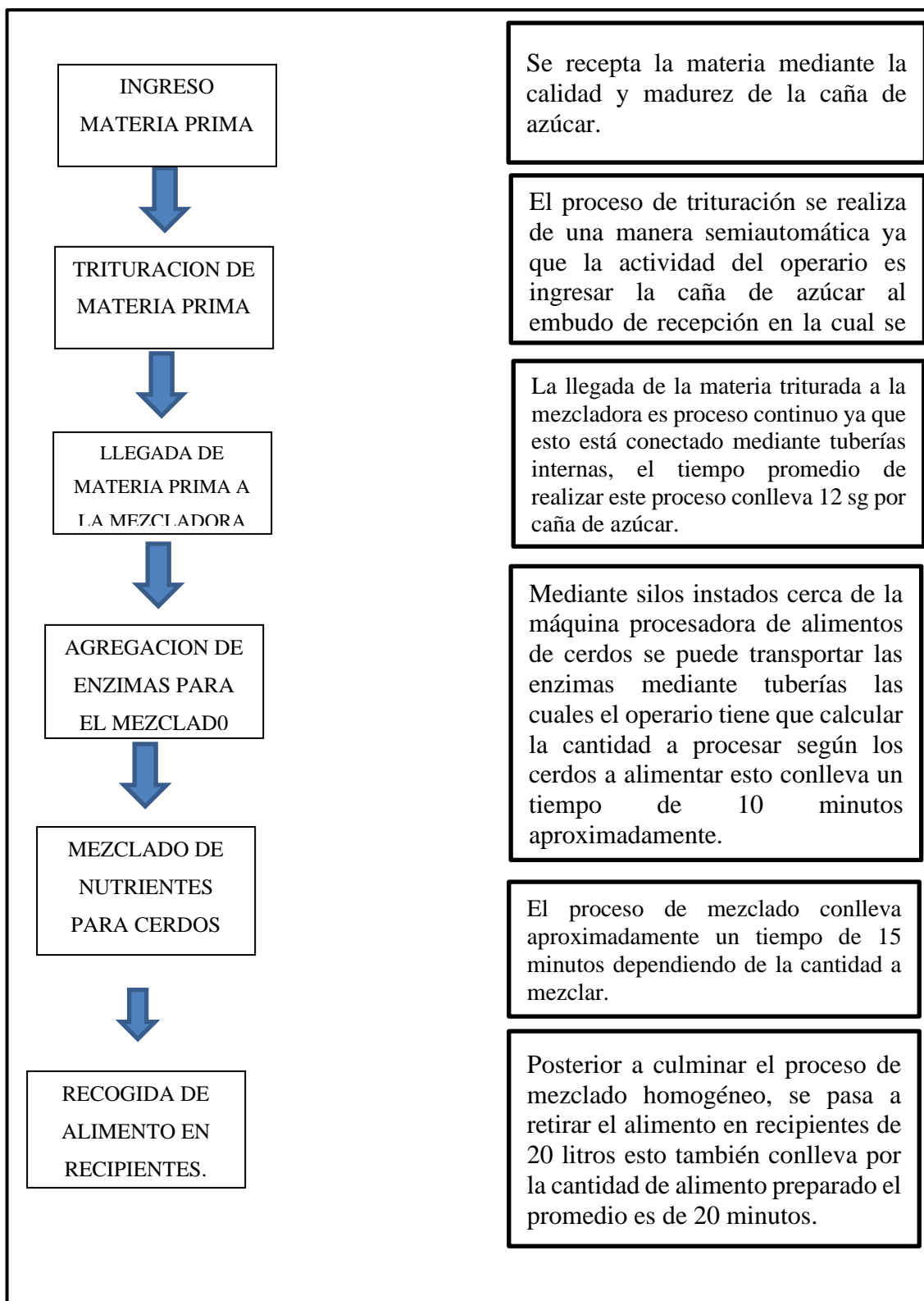
**Tabla 5.2.** Diagrama de procesos actual.

<b>Diagrama de flujo de proceso</b>								
<b>Fecha de realización:</b> 9-07-2021				<b>Ficha numero</b>				
<b>Diagrama</b> página 1 de 1				Resumen				
<b>Proceso</b>		<b>Actividad</b>	<b>Actual</b>		<b>Propues</b>		<b>Economía</b>	
Producción de alimento para cerdos			Ca	Tiem	Ca	Tie	C	Tiempo
<b>Actividad</b>		Operación	8	0:38:03				
Picado – mezclado		Transporte	3	0:18:56				
<b>Tipo de</b>	Materia	Espera	3	0:39:10				
<b>Diagrama</b>	Operativo X	Inspección	1	0:00:15				
<b>Método</b>	Actual X	Almacenami	0	0:00:00				
	Propuesto	Combinada	0	0:00:00				
<b>Área/sección:</b> Área de producción		<b>Tiempo total</b>	13	1:26:24		0	0	
<b>Elaborado por:</b> MONTENEGRO		Aprobado						
<b>Actividades</b>			<b>Di</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Observaciones</b>			
			<b>st</b>	<b>(min)</b>				
<b>1</b>	Receptar la caña de azúcar	*					El operario prepara la materia prima para su trituración	
<b>2</b>	Operación de picado	*					Se ingresa una por una en la	
<b>3</b>	Espera de picado de caña		*				Se espera para que termine la	
<b>4</b>	Recoger la materia prima	*					Se recoge en recipientes de 18 kg	
<b>5</b>	Transportar la materia prima a la	*					La materia prima es transportada por tuberías	
<b>6</b>	Mezclador de la materia prima	*					Se vierte la materia prima en la	
<b>7</b>	Agregar encimas	*					Se procede a agregar las	
<b>8</b>	Espera de mezclado		*				El operario espera que termine	
<b>9</b>	Recoger en un recipiente	*					Se recoge la materia prima en	
<b>10</b>	Transporta a la máquina peletizadora	*					El operario recoge la materia prima	
<b>11</b>	Operación de peletizado	*					Se procede a hacer el peletizado de la materia prima	
<b>12</b>	Espera de peletizado		*				El operario espera mientras se	
<b>13</b>	Inspección			*			El operario verifica si está bien	
<b>14</b>	Recoger en recipientes	*					Se recoge en un recipiente	
<b>15</b>	Transportar el alimento a los	*					Se transporta el balanceado a los comederos	
<b>TOTAL</b>		8	3	3	1	0	0	1:26:24

1:06:46 tiempo de funcionamiento de la maquina necesaria para la elaboración del balanceado.


## 5.2. PROPUESTA DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTO PARA CERDO

En esta propuesta se plantea la utilización de una sola máquina que consta de una cortadora de caña de azúcar que se encuentra conectado al depósito de productos, dos tolvas que almacenan la materia prima y nutrientes con conexión al depósito, en el cual se realizará la mezcla homogénea consiguiendo un producto final.



En la Tabla se presenta el diagrama de proceso propuesto para la producción de alimento para cerdos de la máquina implementada en la empresa LA GRANJA HERRERA.

**Tabla 5.3.**Proceso productivo propuesto.

<b>Diagrama de flujo de proceso</b>									
<b>Fecha de realización:</b> 9-07-2021				<b>Ficha numero</b>					
<b>Diagrama</b> página 1 de 1		<b>Resumen</b>							
<b>Proceso</b>		<b>Actividad</b>	<b>Actual</b>		<b>Propues</b>		<b>Economía</b>		
Producción de alimento para cerdos			Can	Tie	Ca	Tie	C	Tiempo	
<b>Actividad</b>		Operación	6	0.02.					
Picado – mezclado		Transporte	1	0:15:0					
<b>Tipo de</b>	Materia	Espera	1	0:13:1					
<b>Diagrama</b>	Operativo X	Inspección	1	0.00.					
<b>Método</b>	Actual	Almacenami	0	0.00.					
	Propuesto x	Combinada	0	0.00.					
<b>Área/sección:</b> Área de producción		Tiempo total	11	0.42.		0		0	
<b>Elaborado por:</b> MONTENEGRO		Aprobado							
<b>Actividades</b>			Dist.	Tiempo (min)	<b>Observacion</b>				
<b>1</b>	Receptar la caña de azúcar	*		0.00:40	El operario prepara la materia prima para su trituración				
<b>2</b>	Ingresa la caña de azúcar en el embudo	*		0:00:10	Se ingresa una por una en la				
<b>3</b>	Proceso de triturado automático	*		0:00:07	La máquina se encarga de triturar				
<b>4</b>	Traslado de material prima automático	*		0:00:12	La materia prima es				
<b>5</b>	Incorporación de encimas automático	*		0:00:45	El operario calcula el valor nutricional de la mezcla				
<b>6</b>	Mezclado de materia prima	*		0.12:00	Mezclado homogenizado con				
<b>7</b>	Espera del proceso		*	0.13:14	El operario espera que este				
<b>8</b>	Inspección del mezclado		*	0:00:30	Operario revisa la operación				
<b>9</b>	Traslado producto final	*		0:15:00	La materia prima se lleva a los comederos de cerdos				
		6	1	1	1	0	0	23	0:42:38

A partir de las actividades realizadas de la operación de transformación de la materia se detalla que las actividades: ingreso de caña de azúcar en el embudo, proceso de trituración, traslado de materia prima, incorporación de encimas, mezclado de materia prima, espera de proceso y inspección de materia prima la con lleva un tiempo de 0:26: 58.

Layout propuesto con la utilización de la nueva máquina

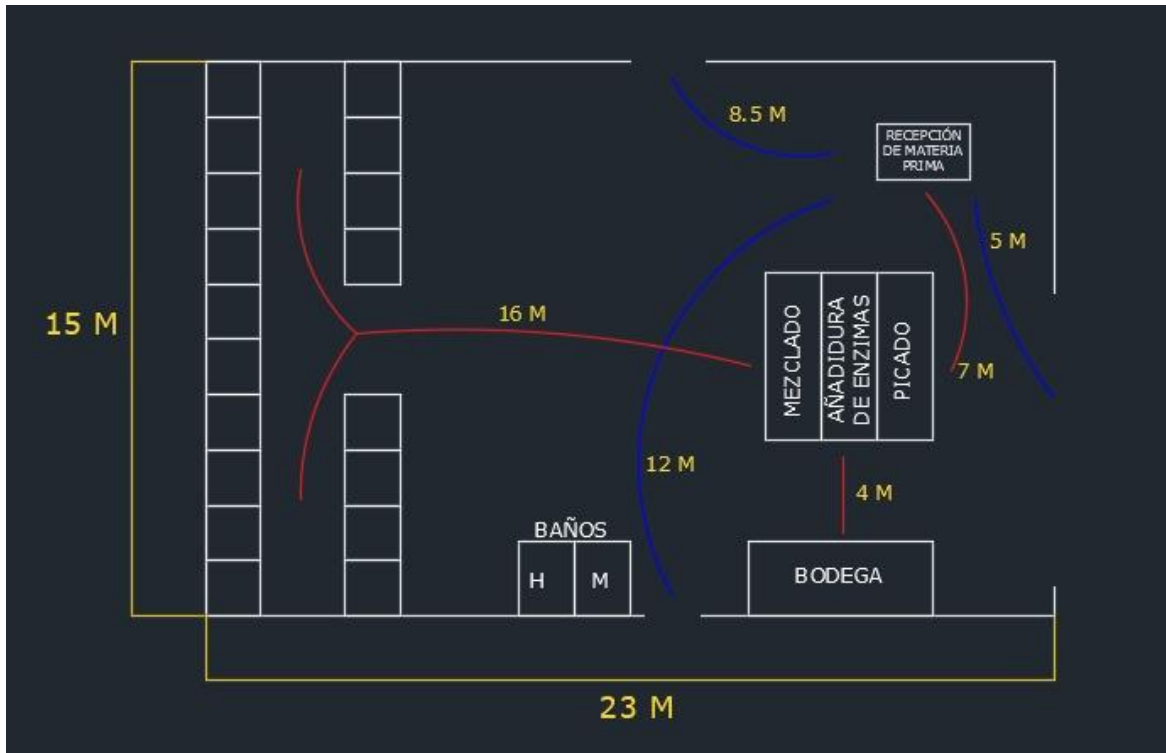


Figura 5.4. Layout que se propone en la granja.

### 5.3. CÁLCULO DEL COSTO ECONÓMICO DE TRES MOTORES ELÉCTRICOS

Tabla 5.4. Costo Económico de tres Motores Eléctricos

Máquina	Potencia (w)	Cantidad	Sub Total (w)
Cortadora	3700	1	3700
Mezcladora	3700	1	3700
Peletizadora	3700	1	3700
<b>Total</b>		<b>3</b>	<b>11 100</b>

$$P1=P2=P3= 5 \text{ hp} = 3700 \text{ w}$$

$$11,10\text{kW} * 1.112 \frac{h}{\text{dia}} * 30 \frac{\text{dias}}{\text{mes}} * 0,11\$ = 40.73 \$/ \text{mes} \quad (5.1)$$

**Tabla 5.5.** Costo Económico de dos Motores Eléctricos.

Máquina	Potencia (w)	Cantidad	Total (w)
Cortadora	3700	1	3700
Mezcladora	3700	1	3700
total	7 400	2	7 400

$$7,4\text{kw} * 0,449 \frac{\text{h}}{\text{dia}} * 30 \frac{\text{dias}}{\text{mes}} * 0,11\$ = 10,96 \$/\text{mes} \quad (5.2)$$

## 5.4. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

### 5.4.1. Factor tiempo

Durante el desarrollo de la presente propuesta tecnológica se comprobó que existe una reducción de tiempo en el proceso de elaboración de alimentos de cerdos el cual el tiempo promedio actualmente para procesar el alimento es de 1:06:46 mientras que la máquina propuesta para realizar y simplificar el proceso de elaboración de alimento va a producir en un tiempo de 0.26.58 conllevando a esto que se realiza una reducción de tiempo en 0:39:48

### 5.4.2. Factor costo

Se seleccionó los materiales de la maquinaria mediante el método de variables ponderados donde se pudo seleccionar dichos materiales por el costo, mediante este método se ha podido reducir el costo de fabricación realizando en un costo de 1.506,25 poder competir con otras máquinas de similares características.



## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. CONCLUSIONES

- 1) Se diseñó los elementos mecánicos que forman parte de la maquina picadora y mezcladora de caña de azúcar, el diseño se realizó tomando en cuenta factores económicos, seguridad, eficiencia.
- 2) El diseño de la máquina realizada como resultado la capacidad de producción es de 60 litros de preparación de alimento para los cerdos.
- 3) Mediante el proceso de mejoramiento continuo realizado en la granja se puede constatar que se reduce los costos económicos agregados a su planilla eléctrica en una cantidad de 84.03 dólares americanos al mes.
- 4) Se constata que la construcción de la máquina realizada llego a un costo de 1.506,25 que es relativamente económico con relación a la adquisición de otras maquinarias.

### 6.2. RECOMENDACIONES

- 1) Se recomienda dimensionar la capacidad de producción y operación de la máquina mediante programas tecnológicos tales como son Pro Medel e Inventor para facilitar el trabajo si efectuar fallos de dimensionamiento en la procesadora de alimentos.
- 2) Se recomienda construir una máquina que sea fácil de desplazamiento la cual puede constar de ruedas giratorias para así poder transportar a las áreas más cercas de producción el cual facilitaría el proceso de preparación y producción de alimentos para cerdos.
- 3) Se recomienda una automatización en la máquina para agilizar el trabajo y ahorro de energía mediante el diseño y construcción de PLC siemens el cual controlaría los sistemas eléctricos tales como son los motores eléctricos, también se puede implementar sensores para proteger la integridad física de los operarios con respecto a las articulaciones de dedos.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] G. I. Guijarro. Diseño y Construcción de una Máquina Picadora de Bagazo de Caña de Azúcar. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 2011. [online]. <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/1175/1/15t00469>
- [2] R. L. Pérez. Diseño de máquina picadora de forraje modelo Yabo M-3. UCLV educa. (2014, sep.) [online]. <https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/3149/ricardo%201%c3%a1zaro%20p%c3%a9rez%20cabezas.pdf?sequence=1&isallowed=y>
- [3] J.C. Flores. Sistemas de transmisión mecánica. Universidad Mayor de San Andres. (2011, julio) [online]. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/15454/eg-1080-%20flores%20garc%c3%ada%2c%20juan%20carlos.pdf?sequence=1&isallowed=y>
- [4] S. A. Guajardo. OPTIMIZACIÓN DE LA TRANSMISIÓN DE POTENCIA EN SISTEMAS DE TRANSMISIÓN MEDIANTE CORREAS TRAPEZOIDALES. Universidad del Bío-Bío. (2013, feb.) [online]. [http://repositorio.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/1194/1/Guajardo\\_Oyarzun\\_Sebastian\\_Alejandro.pdf](http://repositorio.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/1194/1/Guajardo_Oyarzun_Sebastian_Alejandro.pdf)
- [5] Autodesk. (2021, enero) autodesk. [online]. [https://latinoamerica.autodesk.com/products/autocad/overview?panel=buy&aid=13955714&pid=8299320&sid=jkp\\_cjwkcajwjimibha4eiwaqdcxjhwmg4dg0lgak\\_ekjb1-e-qgmdkdmym-ubm4nfdvw0pn9gwk4-q6hoch2oqavd\\_bwe&cjevent=431f35cbf2ea11eb81a500fe0a82b82c&mktvar002=afc\\_lat\\_a](https://latinoamerica.autodesk.com/products/autocad/overview?panel=buy&aid=13955714&pid=8299320&sid=jkp_cjwkcajwjimibha4eiwaqdcxjhwmg4dg0lgak_ekjb1-e-qgmdkdmym-ubm4nfdvw0pn9gwk4-q6hoch2oqavd_bwe&cjevent=431f35cbf2ea11eb81a500fe0a82b82c&mktvar002=afc_lat_a)
- [6] E. Lozada, C. F. Orozco. Utilización de jugo de caña (*Saccharum officinarum*) como alternativa de fuente energética con un núcleo proteico en dietas para cerdos en la etapa crecimiento. Universidad Técnica de Ambato. (2014, sep.) [online]. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/7005>

- [7] N. González-Rojas. Estabilización anaeróbica de residuos sólidos biodegradables para proponer un producto alimenticio para cerdos, en el Tecnológico de Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 31 (4). (2018, may) [online]. [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=s0379-39822018000400121](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0379-39822018000400121)
- [8] L. Brenes-Peralta. Evaluación técnica de dos métodos de compostaje para el tratamiento de residuos sólidos biodegradables domiciliarios y su uso en huertas caseras. *Revista Tecnología en marcha*, 29 (5). (2018, may) [online]. [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0379-39822016000900025&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0379-39822016000900025&script=sci_arttext)
- [9] J. N. Lemos. El Matarratón *Gliricidia Sepium* como alternativa para la producción de leche en ganado bovino. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. (2015, apr.) [online]. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/2779>
- [10] N. García. Instalaciones y equipos en la crianza de cerdos. Universidad Centroamérica. (2015, may) [online]. <http://repositorio.uca.edu.ni/id/eprint/2128>
- [11] M. C. Cid. Una buena dieta debe incluir componentes nutritivos: Universidad de Navarra. (2015, oct.) [online]. [https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=26lejdx4mac&oi=fnd&pg=pa1&dq=una+buena+dieta+debe+incluir+componentes+nutritivos+esenciales+como+agua,+energ%C3%ada,+prote%C3%adnas,+minerales+y+vitaminas.&ots=ga5\\_fqave9&sig=angbaows\\_hnmjpv5ruypxzaqodte&redi](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=26lejdx4mac&oi=fnd&pg=pa1&dq=una+buena+dieta+debe+incluir+componentes+nutritivos+esenciales+como+agua,+energ%C3%ada,+prote%C3%adnas,+minerales+y+vitaminas.&ots=ga5_fqave9&sig=angbaows_hnmjpv5ruypxzaqodte&redi)
- [12] E. Orozco. Utilización de jugo de caña (*Saccharum officinarum*) como alternativa de fuente energética con un núcleo proteico en dietas para cerdos en la etapa crecimiento. Universidad Técnica de Ambato. (2014, may). [online]. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/7005>
- [13] M. Soliva. Materia orgánica y compostaje: control de la calidad y del proceso. Escuela Superior de Agricultura de Barcelona. (2011). [online]. <http://biomusa.net/es/jornadas-y-actividades/jornada-tecnica-sobre-calidad-y-fertilidad-del-suelo/70-materia-organica-y-compostaje-control-de-lacalidad-y-del-proceso/file>

- [14] V. Chávez. Fases del cerdo ibérico: clasificación según su peso. Oh. (2017, june). [online].  
<https://espaciodeljamon.com/fases-del-cerdo-iberico/>
- [15] C. Campabadal. Guía Técnica de alimentación para cerdos. MAG, Gobierno de Costa Rica. (2011, aug.) [online]. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/102-7847.pdf>
- [16] L. Salcedo. Utilización de jugo de caña (*Saccharum officinarum*) como alternativa de fuente energética con un núcleo proteico en dietas para cerdos en la etapa crecimiento. Universidad Técnica de Ambato. (2014, may) [online].  
<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/7005>
- [17] A. F. Collaguazo. Utilización de Forraje de Caña de Azúcar más Ürea, Suplementada con (Maíz, Savado de Trigo, Norgold), en Sistemas de Crecimiento - Ceba con Toretos Mestizos Holstein Estabulados. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. (2012, jan.) [online]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1274>
- [18] E. Mosquera, “Evaluación de la calidad de pellets extruidos elaborados con materias primas no convencionales para la alimentación de cerdos”. Tesis, Palmira, Colombia, 2014  
[http://www.bdigital.unal.edu.co/48701/1/Dissa\\_Enith\\_Mosquera\\_Perea.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/48701/1/Dissa_Enith_Mosquera_Perea.pdf)
- [19] A. P. Davila. Recursos alternativos energéticos del trópico en alimentación de cerdos en las fases de levante y engorde. Universidad de Nariño. (2018, sep.) [online].  
<http://sired.udenar.edu.co/id/eprint/5407>
- [20] V. Figueroa, y J. Ly. Alimentación Porcina no Convencional. Serie Diversificación. GEPLACEA-PNUD. México DF. 2000.
- [21] M. Leal-Ramírez. EFECTO DE LA CONDICIÓN SEXUAL Y PESOS AL SACRIFICIO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL Y LA CALIDAD DE LA CARNE DE CERDO. Revista Científica, 19 (2). (2011, mar.) [online].  
[http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=s0798-22592009000200010&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=s0798-22592009000200010&script=sci_arttext&tlng=pt)
- [22] F. Soraca. INFORME FINAL DE PASANTIAS DEL PROYECTO PORCINO EN

LA GRANJA EXPERIMENTAL DE LA UFPS (CURVAS DE DESARROLLO Y  
CRECIMIENTO EN CERDOS DE LA FASE PRECEBO). Universidad Francisco de  
Paula Santander. (2013, dec.) [online].

<http://repositorio.ufpso.edu.co/jspui/handle/123456789/2502>

[23] M. Tobar. Propuesta de creación de una granja porcina, dedicada a la crianza y  
comercialización de cerdos de raza topig ubicada en el cantón San Miguel de los Bancos -  
Provincia de Pichincha. Universidad de los hemisferios. (2015, oct.) [online].

<http://dspace.uhemisferios.edu.ec:8080/xmlui/handle/123456789/299>



**Figura 8.1** Peletizadora



**Figura 8.2** Mezcladora vista A





**Figura 8.3** Mezcladora vista B



**Figura 8.4** Proceso de alimentación

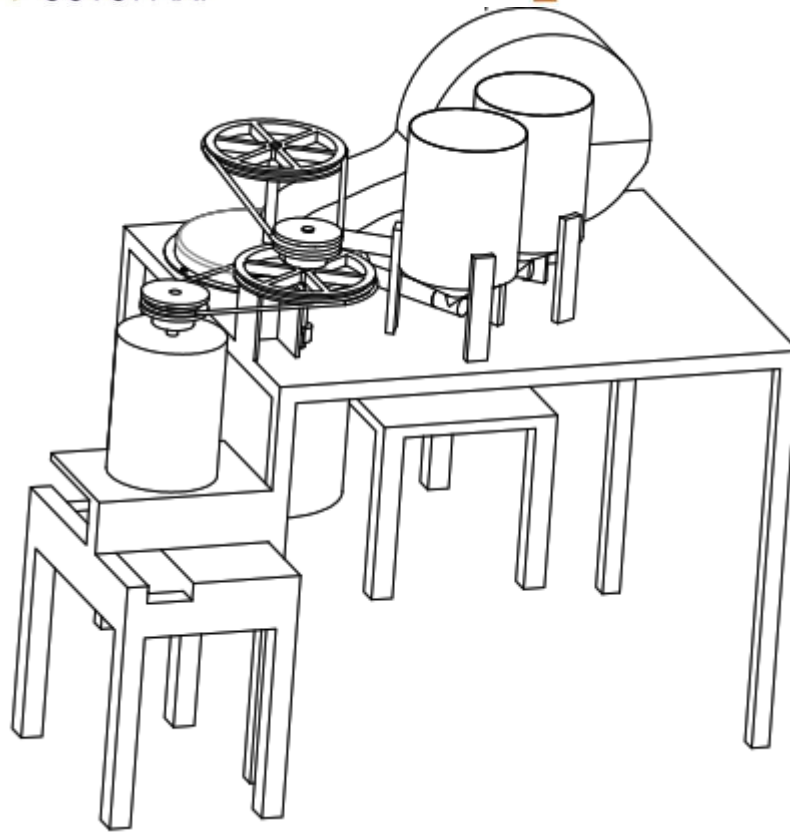


Figura 8.5 Vista general

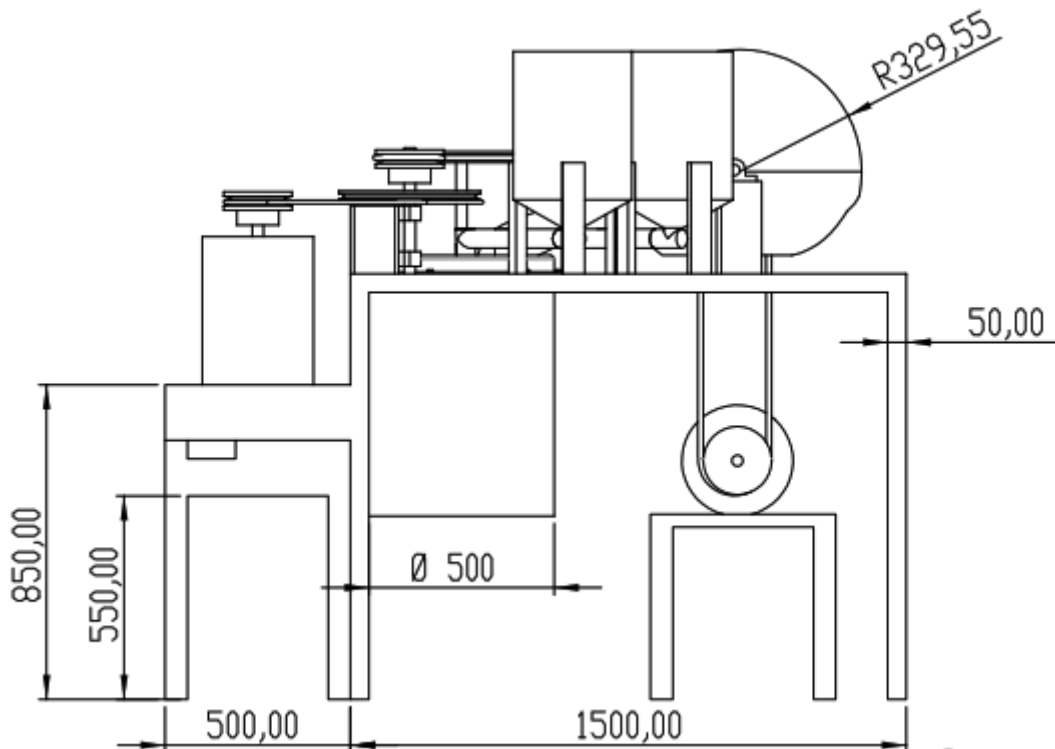
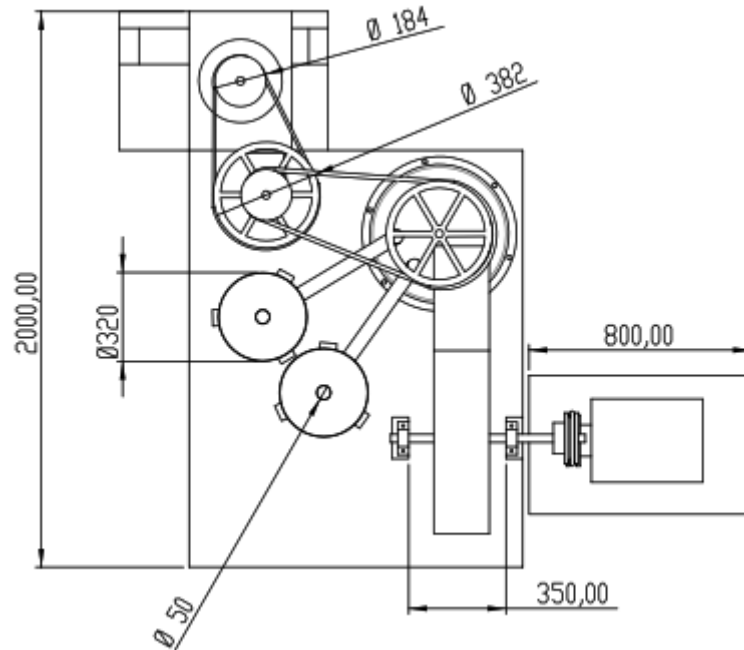
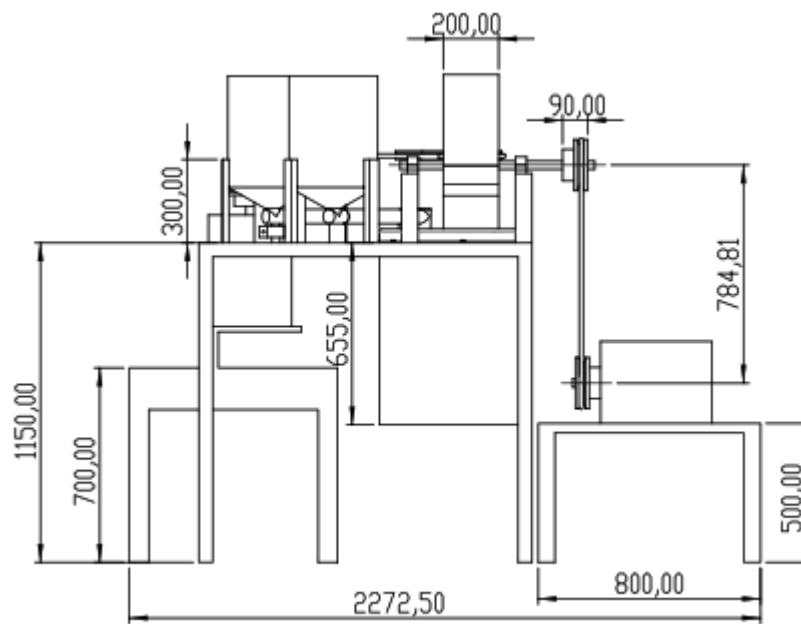


Figura 8.6 Cota vista lateral

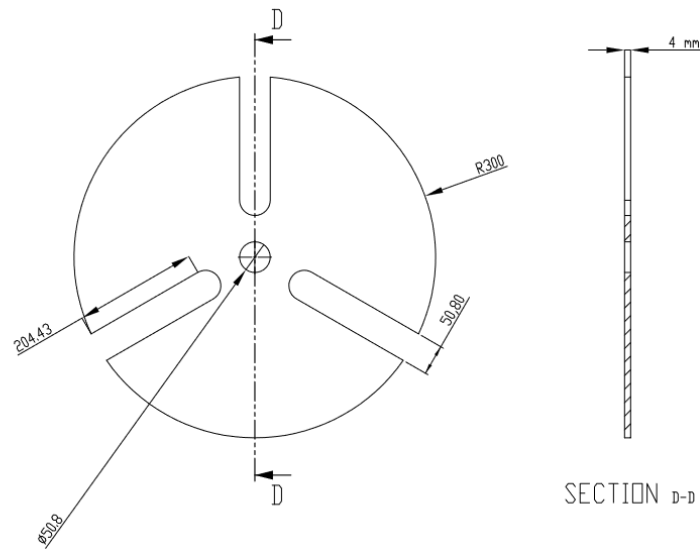




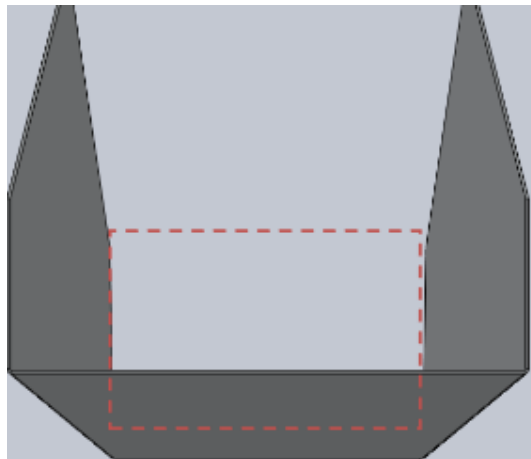
**Figura 8.7** Cota vista superior



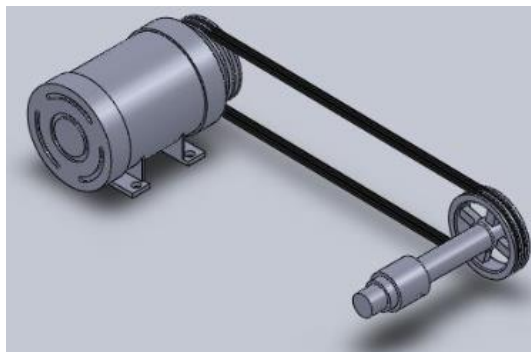
**Figura 8.8** Cota vista frontal



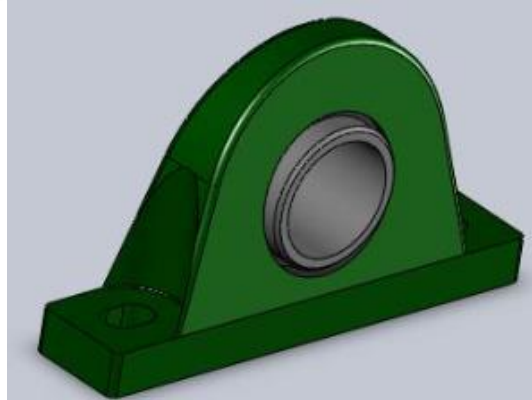
**Figura 8.9** Volante de inercia



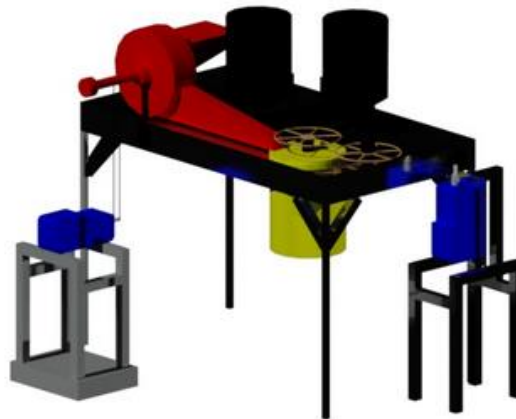
**Figura 8.10** Recibidor de materia prima



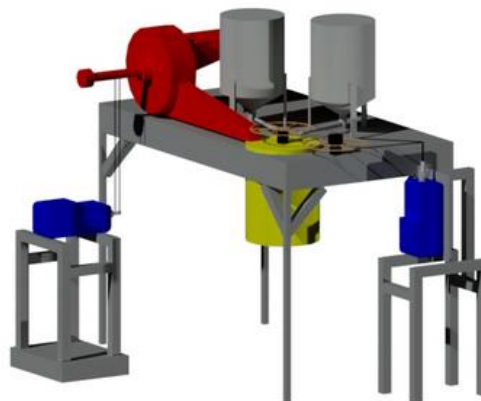
**Figura 8.11** Transmisión de movimiento



**Figura 8.12** Chumacera de piso



**Figura 8.13** Maquina selecta vista A



**Figura 8.14** Máquina selecta vista B



*Figura 8.15 Silos en acero inoxidable*



**Figura 8.16** Transmisión de poleas reductoras



**Figura 8.17** Eje acopladas a chumaceras y polea



**Figura 8.18** Mecanizado de volante de inercia



**Figura 8.19** Proceso de soldado de silos



**Figura 8.20** Máquina construida vista A



**Figura 8.21** Máquina construida vista B