



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

**“DISEÑO DE UNA MAQUINA COMPRESORA PARA LA  
ELABORACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS PARA CUYES Y  
CONEJOS.”**

Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

**Autores:**

Castro Ponce Henry Marcelo

Tarco Lema Bryan Paul

**Tutor:**

Ing. MSc. Medardo Ángel Ulloa Enríquez

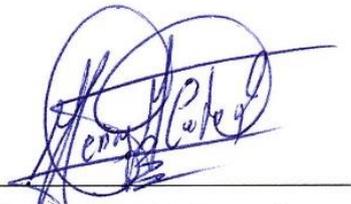
**LATACUNGA – ECUADOR**

**2021**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros Henry Marcelo Castro Ponce y Bryan Paul Tarco Lema declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: “**Diseño de una máquina compresora para la elaboración de productos alimenticios para cuyes y conejos**” Siendo el Ing. MSc. Medardo Ángel Ulloa Enríquez tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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



Henry Marcelo Castro Ponce  
C.C: 2100651062



Bryan Paul Tarco Lema  
C.C: 0503752149

## **AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

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

**“Diseño de una maquina compresora para la elaboración de productos alimenticios para cuyes y conejos”**, de **Henry Marcelo Castro Ponce y Bryan Paul Tarco Lema**, de la carrera de Ingeniería Industrial, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Agosto del 2021

El Tutor



Ing. MSc. Medardo Ángel Ulloa Enríquez

C.C: 100097032-5

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

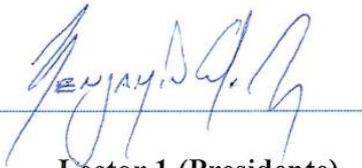
En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad en Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la carrera de Ingeniería Industrial; por lo cual, el o los postulantes: **Henry Marcelo Castro Ponce**, con cedula de ciudadanía N° 210065106-2 y **Bryan Paul Tarco Lema** con cedula de ciudadanía N° 050375214-9 con el título de Proyecto de titulación: “**Diseño de una maquina compresora para la elaboración de productos alimenticios para cuyes y conejos**” 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 del 2021

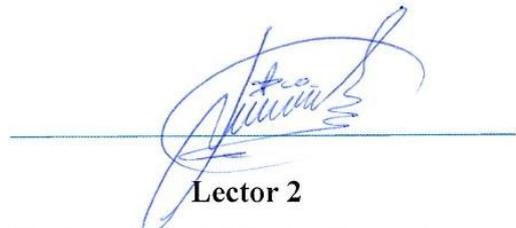
Para constancia firman:

Atentamente,

  
Lector 1 (Presidente)

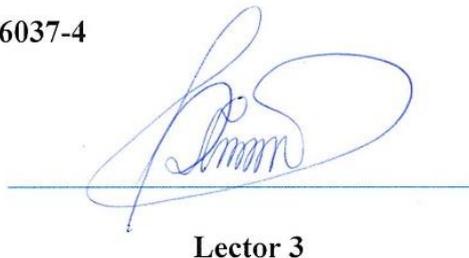
Ing. MSc. Benjamín Belisario Chávez Ríos

CC: 171676037-4

  
Lector 2

Ing. MSc. Jorge David Freire Samaniego

CC: 050262481-0

  
Lector 3

Ing. MSc. Milton Eduardo Herrera Tapia

CC: 050150331-2

## **AGRADECIMIENTO**

Ofrecer mi más sincero agradecimiento a mi familia, fuente de apoyo constante en el transcurso de mis estudios, en especial a mis padres Jorge y María y a mi hermana Cristina. Ellos son un ejemplo de superación, constancia, buenos valores y esfuerzo.

Mi reconocimiento a las personas que estuvieron apoyándome, amigos, compañeros, docentes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, específicamente de la Carrera de Ingeniería Industrial, quienes con sus acertadas direcciones me han orientado para lograr ser un excelente profesional.

**Henry Castro Ponce**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mis agradecimientos a Dios por ayudarme a cumplir mis metas y haberme permitido llegar hasta el final de la carrera.

A mis padres que con su apoyo incondicional y su dedicación me ayudaron a culminar mi carrera, motivándome a seguir luchando por mis sueños a no decaer cuando parecía que era difícil.

Agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme las puertas para poder estudiar y haber culminado mi carrera y a los docentes que me brindaron su conocimiento.

A mis amigos de la universidad que siempre me apoyaron en las buenas y en las malas y que me brindaron su amistad incondicional.

**Bryan Paul Tarco Lema**

## **DEDICATORIA**

A mis padres María y Jorge por ser un apoyo incondicional, por estar conmigo en los momentos difíciles; me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, principios, dedicación y perseverancia para poder conseguir mis objetivos. A mi familia y amigos en general por ser una fuente de apoyo emocional, a mi novia Andrea por ser un pilar fundamental, brindándome su compañía y apoyo en el transcurso de mis estudios.

**Henry Castro Ponce**

## **DEDICATORIA**

Les dedico a mis queridos padres Patricia Lema y Francisco Lema, aquellos que siempre me apoyaron y creyeron en mí, motivándome a seguir adelante a no decaer y no rendirme, a mi hermano pequeño Mathias Rodriguez que lo quiero mucho que siempre está a mi lado, ellos son mi motivo para seguir adelante en la vida

**Bryan Paul Tarco Lema**

## ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORIA .....	ii
AVAL DEL TUTOR .....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
DEDICATORIA .....	vii
ÍNDICE GENERAL .....	ix
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiii
ÍNDICE DE ECUACIONES .....	xv
RESUMEN .....	xvi
ABSTRACT .....	xvii
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xviii
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2. INTRODUCCIÓN .....	2
2.1. EL PROBLEMA .....	2
2.2. OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN .....	3
2.3. BENEFICIARIOS .....	3
2.4. JUSTIFICACIÓN .....	4
2.5. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS:.....	4
2.6. OBJETIVOS:.....	5
2.6.1. General.....	5
2.6.2. Específicos .....	5
2.7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS: .....	5
3. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA .....	7
3.1. GENERALIDADES DEL CUY Y CONEJO.....	7
3.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DEL CUY Y CONEJO .....	7
3.2.1. El sistema familiar .....	7
3.2.2. El sistema familiar-comercial .....	8
3.2.3. El sistema comercial .....	8
3.3. SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN .....	8
3.3.1. Alimento con forraje.....	8
3.3.2. Alimentación con forraje + concentrado .....	9
3.3.3. Alimento concentrado (alimentos complementarios) .....	9
3.4. PRODUCTIVIDAD Y UTILIDAD DE LOS SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN .....	10

3.5. CARACTERÍSTICAS DE LA CARNE DE CUY Y CONEJO.....	11
3.6. NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN CUYES Y CONEJOS .....	11
3.7. REQUERIMIENTOS NUTRITIVOS .....	12
3.8. FUENTES ALIMENTICIAS .....	13
3.9. NUTRIENTES.....	16
3.9.1. Clasificación de alimentos balanceados. ....	18
3.9.2. Tipos de mezclas para alimentos balanceados.....	18
3.9.3. Extrusión.....	18
3.10. CONCEPTOS IMPORTANTES .....	19
3.11. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL PELLET .....	19
3.11.1. Pellet .....	19
3.12. SISTEMAS DE PRODUCCIONES DE PELLETS .....	20
3.13. CARACTERÍSTICA DEL PELLET .....	21
3.13.1. Ventajas de la alimentación peletizado.....	21
3.13.2. Calidad del pellet. ....	21
3.13.3. Para mejorar la calidad del pellet se considera tres aspectos fundamentales: ..	21
3.13.4. Tamaño de las partículas .....	22
3.14. PROCESO DE PELETIZACIÓN.....	22
3.14.1. Otras ventajas.....	23
3.14.2. Algunos datos adicionales .....	24
3.15. EVALUACIÓN DE LOS MODELOS FABRICADOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PELLETS. ....	24
4. METODOLOGÍAS: .....	27
5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	27
5.1 Actividades del Objetivo 1 .....	27
5.1.1 Realización de un análisis de documentación bibliográfica.....	27
5.1.2. Establecimiento de mezclas alimenticias que cubran las necesidades de los animales .....	28
5.1.2.1. Formulación de mezclas alimenticias .....	28
5.1.2.2. Consideraciones técnicas para formulación de raciones .....	31
5.1.2.3. Análisis para la elaboración de ración alimenticia .....	32
5.1.2.4. Consideraciones en la formulación de mezclas alimenticias.....	33
5.1.2.6. Mezclas a realizarse .....	35
5.1.3 Cálculo de los volúmenes de materia prima para las mezclas escogidas .....	36
5.1.3.1. Calculo de la ración con los porcentajes de nutrientes requeridos para suministrar el alimento al cuy y conejo .....	36
5.2 Actividades del Objetivo 2 .....	39
5.2.1 Realizar un análisis del proceso productivo .....	39

5.2.2	Elaborar diagramas de flujo de los procesos productivos.....	41
5.3	Actividades del Objetivo 3 .....	43
5.3.1	Establecer los parámetros de diseño de máquinas y equipos.....	43
5.3.1.2.	Peletizadora con tornillo sin fin.....	43
5.3.1.3.	Características de la máquina .....	43
5.3.2	Dimensionar máquinas y equipos.....	51
5.3.2.1.	Análisis del acero para la construcción de la máquina. ....	62
5.3.2.2.	Selección del material para su construcción. ....	62
5.3.2.3.	Material usado para cada parte de la maquina.....	62
5.3.2.4.	Costos estimados de los materiales para la construcción de la peletizadora ...	63
5.3.3	Realizar los cálculos funcionales de las máquinas y equipos.....	65
5.4	Actividades del objetivo 4 .....	75
5.4.1	Analizar los programas de simulación para la aplicación en la máquina .....	75
5.4.2	Identificar el programa más adecuado para la simulación del uso de la máquina .....	77
5.4.3	Observar en la simulación el diseño y el funcionamiento de la máquina.....	78
5.4.3.1.	Simulación del funcionamiento en SOLIDWORKS .....	78
6.	VALORACION DE LOS IMPACTOS DEL PROYECTO.....	79
6.1.	Impacto Económico .....	79
6.2.	Impacto Técnico .....	79
6.3.	Impacto Social .....	80
6.4	Impacto Ambiental. ....	80
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	80
7.1.	Conclusiones.....	80
7.2	Recomendaciones .....	80
8.	BIBLIOGRAFÍA .....	81
9.	ANEXOS.....	83

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Beneficiarios directos e indirectos.....	4
<b>Tabla 2</b> Composición de forrajes de uso común.....	9
<b>Tabla 3</b> Peso vivo de 900 g con los 3 sistemas de alimentación .....	10
<b>Tabla 4</b> Peso de 900 Gramos .....	10
<b>Tabla 5</b> Calidad nutritiva comparada de la carne de cuy y conejo (100 gramos).....	11
<b>Tabla 6</b> Cantidad de alimentos que requieren los animales por día .....	12
<b>Tabla 7</b> Requerimientos nutricionales del cuy en diferentes etapas .....	13
<b>Tabla 8</b> Contenido de nutrientes de algunos alimentos para cuyes y conejos, forrajes frescos (en 100 gramos).....	14
<b>Tabla 9</b> Insumos secos (en 100 gramos).....	15
<b>Tabla 10</b> Característica físicas de los pellets según el animal. ....	20
<b>Tabla 11</b> Porcentajes de utilización de insumo en la preparación de insumos en la elaboración de ración para cuyes y conejos. ....	30
<b>Tabla 12</b> Promedio de nutrientes en las diferentes etapas del cuy o conejo para determinar la ración alimenticia. ....	32
<b>Tabla 13</b> Promedio de nutrientes a utilizar en la ración. ....	34
<b>Tabla 14</b> Composición de alimentos utilizados para cuyes y conejos.....	34
<b>Tabla 15</b> Contenido nutricional de insumos para alimentación de conejos.....	35
<b>Tabla 16</b> Composición química expresada en % sobre materia seca .....	35
<b>Tabla 17</b> Mezcla 1 .....	36
<b>Tabla 18</b> Mezcla 2 .....	36
<b>Tabla 19</b> Costo, humedad y materia seca de los insumos. ....	37
<b>Tabla 20</b> Calculo de la mezcla 1 Método PERSON .....	38
<b>Tabla 21</b> Calculo de la mezcla 2 Método PERSON .....	39
<b>Tabla 22</b> Comparación entre el acero A36 y el AISI-304 .....	62
<b>Tabla 23</b> Tabla de precios.....	64
<b>Tabla 24</b> Parámetros para el pellet .....	66
<b>Tabla 25</b> Análisis de costos de los insumos .....	73
<b>Tabla 26</b> Costos de los equipos requeridos en el proceso .....	73
<b>Tabla 27</b> Costos de insumos básicos por carga. ....	74
<b>Tabla 28</b> Mano de Obra .....	74

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> FERRAZ líder en mercado nutricional [9] .....	17
<b>Figura 2</b> Abmix nutrición [9] .....	20
<b>Figura 3</b> Peletizadora modelo Kubex T marca Buhler .....	24
<b>Figura 4.</b> Peletizadora modelo MKFD300P marca Meelko .....	25
<b>Figura 5.</b> Peletizadora modelo skl150 marca Minglun.....	25
<b>Figura 6.</b> Peletizadora Modelo ZLSP150B marca GEMCO .....	26
<b>Figura 7.</b> Peletizadora modelo LD-S 150 marca Macreat .....	26
<b>Figura 8</b> Briqueta modelo 50 marca AINUOK .....	27
<b>Figura 9</b> Estructura .....	44
<b>Figura 10.</b> Tolva para ingreso de la mezcla.....	44
<b>Figura 11.</b> Cilindro .....	45
<b>Figura 12.</b> Motor reductor trifásico .....	45
<b>Figura 13.</b> Panel de control.....	47
<b>Figura 14.</b> Tornillo sin fin .....	47
<b>Figura 15</b> Cuchillas internas .....	48
<b>Figura 16</b> Disco de moler y su acople .....	48
<b>Figura 17</b> Cuchillas para corte del pellet.....	49
<b>Figura 18</b> Chumacera .....	49
<b>Figura 19</b> Actuador neumático .....	50
<b>Figura 20</b> Diseño de la maquina vista desde arriba.....	50
<b>Figura 21</b> Diseño de la máquina peletizadora .....	51
<b>Figura 22</b> Estructura para la máquina.....	51
<b>Figura 23</b> Dimensiones de la estructura .....	52
<b>Figura 24</b> Planos de la Tolva.....	52
<b>Figura 25</b> Plano tornillo sin fin.....	53
<b>Figura 26</b> Planos motor box 90 .....	53
<b>Figura 27</b> Planos Tapa de la mezcla .....	54
<b>Figura 28</b> Planos del Molde o reducción.....	54
<b>Figura 29</b> Plano panel de control.....	55
<b>Figura 30</b> Planos del riel de la tapa .....	55
<b>Figura 31</b> Planos acople disco de moler .....	56
<b>Figura 32</b> Planos disco de moler .....	56
<b>Figura 33</b> Planos cuchilla doble .....	57
<b>Figura 34</b> Planos cuchillas internas .....	57
<b>Figura 35</b> Planos cilindro exterior .....	58
<b>Figura 36</b> Planos base pistón .....	58
<b>Figura 37</b> Planos aspas salida .....	59
<b>Figura 38</b> Planos aspas de la mezcladora .....	59
<b>Figura 39</b> Planos base acople cilindro .....	60
<b>Figura 40</b> Logo de SolidWorks .....	75
<b>Figura 41</b> Logo de TinkerCAD .....	76

<b>Figura 42</b> Logo de Fusión 360° .....	76
<b>Figura 43</b> Logo de CATIA .....	77
<b>Figura 44</b> Logo de INVENTOR .....	77
<b>Figura 45</b> Tolva .....	78
<b>Figura 46</b> Actuador conectado a la tapa .....	78
<b>Figura 47</b> Tornillo sin fin en el cilindro .....	79
<b>Figura 48</b> Motor paso a paso conectado a las cuchillas .....	79

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación 1:</b> Porcentaje de participación.....	37
<b>Ecuación 2:</b> Aporte proteina.....	37
<b>Ecuación 3:</b> Insumo/Kg.....	37
<b>Ecuación 4:</b> \$/Insumo.....	38
<b>Ecuación 5:</b> Volumen de la Tolva.....	65
<b>Ecuación 6:</b> Calculo de la Densidad.....	66
<b>Ecuación 7:</b> Calculo de la Masa.....	66
<b>Ecuación 8:</b> Volumen del Cilindro.....	66
<b>Ecuación 9:</b> Área del relleno.....	67
<b>Ecuación 10:</b> Torque del motor.....	68
<b>Ecuación 11:</b> Velocidad de desplazamiento.....	68
<b>Ecuación 12:</b> Flujo del material.....	68
<b>Ecuación 13:</b> Tiempo de producción.....	69
<b>Ecuación 14:</b> Cargas a producir.....	69
<b>Ecuación 15:</b> Masa Total.....	70
<b>Ecuación 16:</b> Numero de Pellets.....	71
<b>Ecuación 17:</b> Producción de pellets.....	71
<b>Ecuación 18:</b> Capacidad máxima.....	71
<b>Ecuación 19:</b> Capacidad efectiva.....	71
<b>Ecuación 20:</b> Capacidad real.....	72
<b>Ecuación 21:</b> Productividad.....	72
<b>Ecuación 22:</b> Costos producir una carga.....	74
<b>Ecuación 23:</b> Ganancia Obtenida.....	74
<b>Ecuación 24:</b> Periodo de recuperación.....	75

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

**Título:** Diseño de una maquina compresora para la elaboración de productos alimenticios para cuyes y conejos

### **Autores:**

- Castro Ponce Henry Marcelo
- Tarco Lema Bryan Paul

### **RESUMEN**

La necesidad de generar un adecuado sistema de alimentación para cuyes y conejos, que normalmente se lo hace de manera tradicional implicó la alternativa de mejorar el sistema de producción de alimento de forma maquinada. Por tanto, la presente investigación tiene como objeto realizar el diseño de una máquina compresora para elaborar productos alimenticios mediante el peletizado del balanceado para los animales. El tipo de investigación es descriptivo y se usó el método inductivo con la aplicación de diferentes técnicas para la recopilación de la información. Con el análisis y síntesis se logró realizar un estudio documental que permitió establecer las mezclas adecuadas de alimento. De igual forma, tomando como base las necesidades de producción de alimentos, se diseñó una máquina peletizadora, haciendo el análisis necesario de cada parte de la máquina para que en conjunto genere la eficiencia necesaria de producción. Finalmente con el uso de software de simulación, se pudo observar la forma como la máquina entra en funcionamiento.

**Palabras Claves:** Peletizado, diseño, maquina compresora, eficiencia, mezclas, producción, simulación.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**  
**SCHOOL OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES**

**Title:** Design of a compression machine for the production of food products for guinea pigs and rabbits.

**Authors:**

- Castro Ponce Henry Marcelo
- Tarco Lema Bryan Paul

**ABSTRACT**

The need to generate an adequate feeding system for guinea pigs and rabbits, which is normally done in a traditional way, implied the alternative of improving the food production system in a machined way. Therefore, the present research aims to design a compression machine to produce food products by pelletizing the feed for animals. The type of research is descriptive, and the inductive method was used with the application of different techniques for the collection of the information. With the analysis and synthesis, it was possible to carry out a documentary study that allowed to establish the appropriate food mixtures. In the same way, taking as a basis the food production needs, a pelletizing machine was designed, making the necessary analysis of each part of the machine so that together generate the necessary production efficiency. Finally, with the use of simulation software, it was possible to observe the way in which the machine comes into operation.

**Keywords:** Pelletizing, design, compression machine, efficiency, mixing, production, simulation.



## ***AVAL DE TRADUCCIÓN***

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por los señores egresados de la **CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL** de la **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**, **Castro Ponce Henry Marcelo** y **Tarco Lema Bryan Paul**, cuyo título versa **“DISEÑO DE UNA MÁQUINA COMPRESORA PARA LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS PARA CUYES Y CONEJOS.”**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

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

Latacunga, agosto del 2021.

Atentamente,

**Mg. Emma Jackeline Herrera Lasluisa**  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS UTC**  
**C.C 0502277031**



MARCO PAUL  
BELTRAN  
SEMBLANTES



CENTRO  
DE IDIOMAS

## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

**Título:** Diseño de una máquina compresora para la elaboración de productos alimenticios para cuyes y conejos

**Fecha de inicio:** Abril del año 2021

**Fecha de finalización:** Agosto del año 2021

**Lugar de ejecución:** En la provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga

**FACULTAD que auspicia:** Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

**Carrera que auspicia:** Ingeniería Industrial

**Proyecto de investigación vinculado:** No aplica

**Equipo de Trabajo:**

### **DATOS GENERALES**

Apellido y Nombres: Tarco Lema Bryan Paul

Fecha de nacimiento: 09/06/1998

CI: 050375214-9

NC: 0983751321

Edad: 23 Años

Nacionalidad: Ecuatoriana

Ciudad: Latacunga

Ocupación: Estudiante

Número de Celular: 0983751321

Correo Electrónico: bryan.tarco2149@utc.edu.ec

## **DATOS GENERALES**

Nombres y Apellidos: Henry Marcelo Castro Ponce

CI: 2100651062

NC: 0969786550

Carrera: Ing. Industrial

Fecha de nacimiento: 06/06/1995

Correo: henry.castro1062@utc.edu.ec

Ocupación: Estudiante

### **Área de Conocimiento:**

Diseño de industrias y procesos

Industria y producción

Diseño industrial y procesos

**Línea de investigación:** Procesos Industriales

**Sub líneas de investigación de la Carrera:** Administración y gestión de la producción

## **2. INTRODUCCIÓN**

### **2.1. EL PROBLEMA**

La máquina que fabricara pellets es realmente importante para cualquier productor de alimentos concentrados, es por eso que se va a presentar el proyecto “Diseño de una máquina compresora para la elaboración de productos alimenticios para cuyes y conejos” y de esta forma eliminar la necesidad e importancia de la misma y así, mejorar la productividad obteniendo un pellet de calidad con los nutrientes necesarios para el animal. La obtención de estos productos alimenticios en forma de pellet es un proceso muy costoso en términos de capital de inversión y de costos variables, sin embargo, el gasto se justificará por la mejora de la producción y el desempeño del animal, es por eso que se busca abastecer la necesidad para los campesinos que se dedican al sistema comercial-familiar de crianza de cuyes y conejos. Teniendo en cuenta estos factores que favorecen a los campesinos presentaremos un diseño el cuál se adapte a diferentes localidades como diferentes razas de animales y sea fácil de operar.

Teniendo en cuenta lo anterior, las personas que se dedican al sistema comercial-familiar de crianza de cuyes y conejos, tienen entre sus proyectos mejorar el alimento estableciendo los nutrientes necesarios que requiere el animal mediante una máquina que elabore ese producto alimenticio, con el fin de disminuir el tiempo de producción controlando de manera eficiente el crecimiento y disminuyendo costos del alimento.

## **2.2. OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN**

Nuestra propuesta tecnológica está basado en los lineamientos de la UNESCO, que pertenecen al campo de la industria definida de la siguiente manera: 33 Ciencias Tecnológicas / 3310 Tecnología Industrial / 3313 Tecnología e Ingeniería Mecánicas / 3310.03 Procesos Industriales / 3310.06 Especificaciones de procesos / 3310.99 Otras (Planos, Simulación SOLIDWORKS) / 3313.15 Diseño de Maquinas.

- **Objeto de Estudio:** “Establecer el diseño y los procesos productivos para elaborar productos alimenticios”

El objeto de estudio tiene como fin analizar las dietas alimenticias para la homogenización de la mezcla con el fin de establecer los procesos, equipos, características, que estarán implementadas en el diseño de la máquina para producir los productos alimenticios del cuy y conejo.

- **Campo de Acción:** “Cobertura a los campesinos que se dedican a los diferentes sistemas de producción de los cuyes y conejos”

Con el objetivo de implementar y elaborar productos alimenticios que contengan los nutrientes necesarios para aumentar la producción del cuy y conejo, se establecerá los procesos productivos, materiales, estética y equipos que debe abarcar el diseño para elaborar productos alimenticios de alta calidad.

## **2.3. BENEFICIARIOS**

Los beneficiarios directos somos nosotros ya que diseñaremos una máquina, y los beneficiarios indirectos son las personas que se beneficiaran de este proyecto para la cría de animales.

Las características de los beneficiarios objetivo, más relevantes en relación con el problema son:

**Tabla 1** Beneficiarios directos e indirectos

DIRECTOS	INDIRECTOS
Henry Castro (Estudiante)	Consumidores de la carne del cuy y conejo
Bryan Tarco (Estudiante)	Campesinos de las parroquias de Latacunga

**Fuente:** Hecho por el autor

## 2.4. JUSTIFICACIÓN

Con este proyecto de grado se pretende confrontar y fortalecer a los campesinos, industrias pequeñas que necesitan tener una mayor eficiencia en lo que es en la elaboración del producto alimenticio del cuy y el conejo, con información e investigación de diferentes máquinas similares para la producción del mismo. Se proporciona el conocimiento adquirido estableciendo los procesos para la elaboración del alimento balanceado, con el fin de lograr obtener una buena producción de alimentos concentrados a partir de la creación de una nueva máquina compresora sin disminuir la calidad del alimento, como también implantar parámetros de eficiencia de la máquina y calidad del pellet producido y si cumple con los objetivos planteados para desempeñar la función de homogenización en la mezcla y en la obtención del pellet.

## 2.5. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS:

¿Por qué peletizar el alimento?

¿Cómo establecer los volúmenes de la materia prima para las mezclas escogidas?

¿Cómo debe entenderse por la formulación de raciones?

¿Por qué establecer una buena dieta balanceada?

¿Cómo se diseñara la máquina y equipo para la fabricación de pellets?

¿Sera rentable la construcción de esta maquinaria?

¿El diseño de la máquina disminuirá los tiempos de producción que existen al fabricarlo de manera artesanal?

¿Qué programa de simulación es el más adecuado para simular el funcionamiento de la máquina?

**Independiente:** diseño de la maquina

**Dependiente:** tiempos de producción

## 2.6. OBJETIVOS:

### 2.6.1. General

Diseñar una máquina compresora para la elaboración de productos alimenticios de cuyes y conejos

### 2.6.2. Específicos

- Analizar las dietas alimenticias de conejos y cuyes para el establecimiento de mezclas que cubran las expectativas de nutrición de los animales.
- Establecer los procesos productivos para la fabricación de pellets.
- Diseñar máquinas y equipos para la fabricación de los pellets.
- Aplicar el diseño de máquinas y equipos para la observación del funcionamiento de las partes, características, estética de la máquina con la simulación.

## 2.7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACION A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS:

Objetivos	Actividades	Resultados de la actividad	Técnicas	Instrumentos
Analizar las dietas alimenticias de conejos y cuyes para el establecimiento de mezclas que cubran las expectativas de nutrición de los animales.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Realización de un análisis de documentación bibliográfica.</li><li>• Establecimiento de mezclas alimenticias que cubran las necesidades de los animales.</li><li>• Cálculo de los volúmenes de materia prima para las mezclas escogidas.</li></ul>	Cantidades de insumos requeridos.	Análisis Bibliográfico	Internet Uso de software Excel

<p>Establecer los procesos productivos para la fabricación de pellets</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar un análisis del proceso productivo</li> <li>• Elaborar diagramas de flujo de los procesos productivos.</li> </ul>	<p>Diagramas de flujo de procesos</p>	<p>Análisis Bibliográfico Diagramación</p>	<p>Artículos, libros, web. Software de diseño</p>
<p>Diseñar máquinas y equipos para la fabricación de los pellets.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer los parámetros de diseño de máquinas y equipos.</li> <li>• Dimensionar máquinas y equipos.</li> <li>• Realizar los cálculos funcionales de las máquinas y equipos.</li> </ul>	<p>Máquinas y equipos diseñados y dimensionados</p>	<p>Estética y modelado Cálculos matemáticos</p>	<p>Uso de software de diseño</p>
<p>Aplicar el diseño de máquinas y equipos para la observación del funcionamiento de las partes, características, estética de la máquina con la simulación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar los programas de simulación para la aplicación en la máquina.</li> <li>• Identificar el programa más adecuado para la simulación del uso de la máquina.</li> <li>• Observar en la simulación el diseño y el funcionamiento de la máquina</li> </ul>	<p>Recolección de información. Programa identificado Funcionalidad simulada.</p>	<p>Análisis, síntesis y simulación</p>	<p>Páginas web. SOLIDWORKS</p>

### **3. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA**

#### **3.1. GENERALIDADES DEL CUY Y CONEJO**

El cuy es un mamífero que viene en el área andina de Ecuador, que generalmente se generaliza por su envejecimiento en las zonas rurales. Estos animales se adaptan a diferentes condiciones entre 0 msnm hasta 4500 metros sobre el mar, donde anteriormente no existían, pero fue generalizado cómo ocurre el tiempo.

En nuestro País, se considera como un alimento, ya que representa una importante fuente de proteínas animales para el colono campesino, para las personas que los consumen y ofrecen ingresos económicos para la venta de sus excedentes en el mercado.

Por lo tanto, la crianza de cuy es, productiva, fácil de usar y adaptable a diferentes ecosistemas puede ser personalizable y adaptable. Estas confirmaciones se consideran aceptables si se tiene en cuenta el conocimiento básico para tener en cuenta la reproducción de la reproducción reproductiva.

La carne de conejo se caracteriza por su textura fibrosa y su fácil digestión, es un alimento ideal para las dietas bajas en calorías y grasas, según la Fundación de Nutrición Española, la carne de conejo está conectada a un alto contenido de proteínas y nutrientes.

El conejo como un alimento muy apreciado para su alta cantidad de nutrientes, dominando así el alto contenido de proteínas del alto valor biológico, que es indispensable para el funcionamiento correcto del cuerpo. También es una carne de contenido digestivo ligero y de ácido úrico bajo, contiene solo grasa y no tiene carbohidratos, tan recomendables para aquellos destinados a la reducción de peso.

En otro aspecto, el conejo es uno en el oso y los dientes de los dientes, así como el potasio, que generalmente es necesario para el correcto funcionamiento del sistema nervioso y el organismo.

#### **3.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DEL CUY Y CONEJO**

Era posible identificar tres niveles de producción caracterizados por la función correspondiente a la unidad productiva. Las medidas de atención identificadas son: el miembro de la familia, el sistema familiar y el sistema comercial.

##### **3.2.1. El sistema familiar**

Dentro de este sistema, el CUY es una parte esencial en el hogar, ya que ofrece seguridad alimentaria, este sistema está disponible principalmente en la región sierra y su función principal es que se alimenta de desperdicios que se generan en el hogar.

### **3.2.2. El sistema familiar-comercial**

Esta modalidad de reproducción de cuyes surge siempre de una educación familiar organizada, y se aproxima en lugares cercanos de las ciudades del entorno rural en el que se comercializa el producto.

El tamaño de la explotación depende de la disponibilidad alimenticia, en este sistema se estima una cantidad entre 100 y 500 especies.

### **3.2.3. El sistema comercial**

Este sistema no está restringido y más bien conectado a ubicaciones cerca de áreas urbanas; Representa la actividad principal de una empresa agrícola en la que la producción se lleva a cabo con eficiencia y alta tecnología. El enfoque es un convertidor de alimentos útiles, priorizados, productivos y eficientes. (Urrego, 2009).

## **3.3. SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN**

Los diferentes sistemas de alimentación están adaptados a la disponibilidad de alimento. La alimentación de los diferentes alimentos dados a base de concentrado o del forraje, permite que el cuy o conejo sean un alimento versátil, el animal puede ser exclusivamente herbívoro o aceptar una alimentación complementaria en la que se realiza el usos más amplio de las conexiones equilibradas [1].

Sistemas de alimentación existentes que se pueden usar:

- Alimento con forraje
- Alimento con forraje + concentrado (mixta)
- Alimentación con concentrado + agua + vitamina C

### **3.3.1. Alimento con forraje**

El que solo se puede criar sobre la base de forraje el cuy puede desarrollarse con gran capacidad consumiendo 0,44 kg de alimento diario. Estos son los principales nutrientes de la fuente que garantizan la ingesta adecuada de vitamina C.

Es muy importante tener en cuenta que la alimentación basada en este sistema no puede soportar el mejor rendimiento de sus animales, porque puede cubrir la cantidad (volumen) y no cubre los requisitos nutricionales (calidad) que requiere el animal para una buena productividad [2].

**Tabla 2** Composición de forrajes de uso común.

<b>ESPECIE</b>	<b>METERIA SECA</b>	<b>PROTEINA</b>	<b>FIBRA</b>	<b>CENIZA</b>
<b>Alfalfa</b>	24,0	4,9	6,5	2,2
<b>Maíz planta</b>	32,7	9,3	30,0	6,1
<b>Maíz hojas</b>	24,0	2,1	6,2	1,6
<b>Rygrass</b>	16,9	17,1	15,5	10,3
<b>King grass</b>	27,4	8,9	28,1	13,7

**Fuente:** Laboratorio de la UNALM, Perú, Laboratorio URANIÑO, Caicedo y colaboradores, 1992.

### **3.3.2. Alimentación con forraje + concentrado**

Con el uso de la suplementación concentrada, los incrementos diarios de peso se elevan aumentado los 10 gramos. Los animales consumen en promedio alrededor de 200 gr de forraje y entre 20 o 30 de concentrado diariamente y las conservaciones alimenticias se hacen más eficientes que cuando solo se emplea forraje.

Este tipo de alimentación se considera al suministro de forraje y a otro complemento como por ejemplo concentrado o balanceado, por ejemplo, pudiendo utilizarse afrecho de trigo más alfalfa, los cuales han demostrado superioridad del comportamiento de los cuyes cuando reciben un suplemento alimenticio conformado por una ración de concentrado o balanceado [3].

### **3.3.3. Alimento concentrado (alimentos complementarios)**

Mezcla homogénea de ingredientes en diferentes proporciones, formulada para satisfacer en lo posible todas las necesidades nutricionales de una especie como el cuy o el conejo.

Mezclas de alimentos que contengan índices elevados de determinadas sustancias pero que, por su composición, solo garanticen la ración diaria asociados con otros piensos, por ejemplo, con forrajes.

Consideraciones:

Un alimento concentrado también es balanceado simplemente no cubre todos los requerimientos de la especie, puede ser de pronto un alimento que el poblador de la sierra compense con sus residuos de cosecha lo cual no se utiliza para el consumo humano, también

tienen componentes nutritivos para los animales, por ende, el poblador los muele o los mezclas y les da como residuos a los cuyes y conejos, pero no se sabe si el alimento es proteico o nutriente, por lo tanto es un alimento concentrado que no está en volumen como el forraje verde, por ende, está concentrado en grano seco molido, pero no se sabe cuál es el contenido proteico y calórico.

### 3.4. PRODUCTIVIDAD Y UTILIDAD DE LOS SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN

Según la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, si se considera un peso vivo de 900g. para el beneficio de los cuyes, los que se alimentaron con alimento mixto necesitaron alrededor de 9.5 semanas, los que consumieron balanceado 12 semanas y los que recibieron una alimentación a base de forraje (alfalfa) 13.5 semanas para alcanzar dicho peso; es decir que los cuyes alimentados con mixto necesitaron 2.5 semanas menos que los que consumieron balanceado y 4 semanas menos que los que recibieron alfalfa para alcanzar los 900 g., con el consecuente ahorro de tiempo y disminución de costos.

**Tabla 3** Peso vivo de 900 g con los 3 sistemas de alimentación

Forraje (Alfalfa)	MIXTO	BALANCEADO
\$ 5.48	\$ 6.16	6.78
13.5 semanas=94.5 días	9.5 semanas=66.5 días	12 semanas=84 días

**Fuente:** Elaborado por el Autor

**Tabla 4** Peso de 900 Gramos

Peso de 900 Gramos								
FORRAJE			MIXTO			BALANCEADO		
costos de materia	\$5,48	\$/cuy	costos de materia	\$6,16	\$/cuy	costos de materia	\$6,78	\$/cuy
tiempo de ciclo	94,5	días/cuy	tiempo de ciclo	66,5	días/cuy	tiempo de ciclo	84	días/cuy
tiempo produccion	365	días/año	tiempo produccion	365	días/año	tiempo produccion	365	días/año
Produccion	3,86	cuy/año	Produccion	5,49	cuy/año	Produccion	4,35	cuy/año
Costo Total anual	\$21,17	\$/año	Costo Total anual	\$33,81	\$/año	Costo Total anual	\$29,46	\$/año
costo diario	\$0,06	\$/día	costo diario	\$0,09	\$/día	costo diario	\$0,08	\$/día
productividad Tiempo	0,011	cuy/día*año	productividad	0,083	cuy/día*año	productividad	0,052	cuy/día*año
Precio de venta cuy	10	\$/unidad	Precio de venta cuy	10	\$/unidad	Precio de venta cuy	10	\$/unidad
ingreso anual	\$38,62	\$/año	ingreso anual	\$54,89	\$/año	ingreso anual	\$43,45	\$/año
tasa rendimiento	1%		tasa rendimiento	2%		tasa rendimiento	1%	
Utilidad	\$17,46		Utilidad	\$21,08		Utilidad	\$13,99	

**Fuente:** Elaborado por el Autor

### 3.5. CARACTERÍSTICAS DE LA CARNE DE CUY Y CONEJO

La carne de cuy tanto como la del conejo se caracterizan por su alto valor nutritivo, por buen contenido de proteína y hierro, poca cantidad de sodio y grasa. Sin embargo, contienen ácidos grasos esenciales que contribuyen al desarrollo nervioso e intelectual. Además, por su buena aceptación de consumo por su suavidad y exquisito sabor y de su alta digestibilidad en comparación con carnes de otras especies como lo podemos apreciar en la siguiente tabla.

**Tabla 5** Calidad nutritiva comparada de la carne de cuy y conejo (100 gramos)

<b>ESPECIE</b>	<b>PROTEINAS (Gramos)</b>	<b>GRASA (Gramos)</b>	<b>ENERGIA (Kilocalorías)</b>	<b>HIERRO (miligramos)</b>
<b>CUY</b>	20,02	7,80	96	1,90
<b>CONEJO</b>	20,04	8,00	159	2,40
<b>POLLO</b>	18,20	10,20	170	1,50
<b>VACUNO</b>	18,70	18,20	244	3,00
<b>CAPRINO</b>	18,70	9,40	165	2,00
<b>PORCINO</b>	12,40	35,80	376	1,30
<b>OVINO</b>	18,20	19,40	253	2,50

**Fuente:** Información de EXTENSIÓN DE PROYECCIÓN SOCIAL UNALM

Habiendo analizado la calidad nutritiva del cuy y conejo concluimos que estas dos especies se asemejan en la cantidad de nutrientes dándonos a entender que su alimentación es la misma por ende se precederá analizar con las mismas consideraciones a ambas especies

### 3.6. NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN CUYES Y CONEJOS

El alimento es uno de los aspectos más importantes, ya que se debe garantizar la producción de alimentos suficientes, considerando que el cuy y conejo tienen anatomía gastrointestinal, se clasifican como postgástrico con hábitos alimenticios, como Herbívoro, tiene una gran capacidad de consumo de alimentos exclusivamente forrajes.

Se debe asumir que los animales con alimentos insuficientes en calidad y cantidad conducen en una serie de enfermedades animales; Como un retraso en la fertilización, el nacimiento de la descendencia débil y pequeñas con alta mortalidad.

Para garantizar que el cuy y conejo tengan una buena producción y tengan mayor rendimiento en crecimiento, se debe proporcionar alimentos adecuados con los nutrientes necesarios. Los nutrientes son sustancias que se encuentran en los alimentos cuales son indispensables para que el animal se mantenga, crezca y se reproduzca. Entonces crear una selección y una combinación adecuada para elaborar el alimento con los diferentes nutrientes se obtendrá una eficiencia productiva de los puntos económicos y nutricionales, ya que consiste en la siguiente tabla. [4]

**Tabla 6** Cantidad de alimentos que requieren los animales por día

<b>EDAD DEL CUY</b>	<b>CANTIDAD DE FORRAJE</b>
0 a 30 días	60 gr
31 a 60 días	150 gr
61 a 90 días	250 gr
Animales adultos	450 gr

**Fuente:** Elaborado por el Autor

### **3.7. REQUERIMIENTOS NUTRITIVOS**

La alimentación y los nutrientes que necesitan el cuy y conejo son similares, se analizara el cuy el cuál representara al conejo como los requerimientos recomendados por algunas investigaciones realizadas. Mejorando el nivel nutricional de los cuyes se puede intensificar su crianza y aumentar la productividad aprovechando su magnífica habilidad de reproducirse, en la siguiente tabla podremos apreciar los requerimientos nutritivos.

**Tabla 7** Requerimientos nutricionales del cuy en diferentes etapas

<b>NUTRIENTES</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>ETAPA DE GESTACIÓN</b>	<b>ETAPA DE LACTANCIA</b>	<b>CRECIMIENTO</b>
<b>Proteína</b>	%	18	18-22	13-17
<b>Energ/Dig</b>	Kcal/kg	2800	3000	2800
<b>Fibra</b>	%	9-18	8-17	10
<b>Calcio</b>	%	1.4	1.4	0.8-1.0
<b>Fosforo</b>	%	0.8	0.8	0.4-0.7
<b>Magnesio</b>	%	0.1-0.3	0.1-0.3	0.1-0.3
<b>Potasio</b>	%	0.5-1.4	0.5-1.4	0.5-1.4
<b>Vit.C</b>	mg.	200	200	200

**Fuente:** Nutrients requirements of laboratory animals 1990. Universidad de Nariño, Pasto (Colombia) Citado por Caycedo, 1992.

### **3.8. FUENTES ALIMENTICIAS**

**Proteínas:** Harina de alfalfa, soya, Pasta de algodón, Gluten de maíz, Heno de alfalfa, pasto fresco.

**Energía:** Maíz, alimento de origen, Polvo de arroz, Subproducto de trigo, Melaza, Pasto fresco.

**Fibra cruda:** Subproducto de trigo, Harina de heno de alfalfa, maíz molido.

**Tabla 8** Contenido de nutrientes de algunos alimentos para cuyes y conejos, forrajes frescos (en 100 gramos)

FORRAJE		ENERGIA DIGESTIBLE	PROTEIN A
		Kilo calorías	Gramos
Alfalfa prefloración		62.00	4.9
Trebol blanco prefloración		51.95	4.91
Trebol rojo prefloración		58.01	5.30
Rye grass italiano prefloración		54.30	2.97
Avena forrajera espiga		85.76	1.78
Cebada forrajera espiga		77.07	2.92
<i>Dactylis o pie de gallo</i>		56.00	2.80
Maíz Chala		75.48	1.90

Fuente: Caycedo 1992, publicado por Agrobanco

**Tabla 9** Insumos secos (en 100 gramos)

INSUMO		ENERGIA DIGESTIBLE	PROTEINA
		Kilo calorías	Gramos
Afrecho de trigo		283.30	14.00
Afrecho de Cebada		231.64	12.07
Cebada grano		323.70	11.50
Avena grano		307.00	11.80
Maíz grano		325.00	9.00
Alfalfa heno		220.00	18.30

Fuente: Caycedo 1992, publicado por Agrobanco

### **3.9. NUTRIENTES**

#### **Carbohidratos**

Estos nutrientes proporcionan la energía que el organismo requiere para mantenerse, crecer y reproducirse. Los alimentos que contienen que contienen azúcar y almidones son los que contienen carbohidratos.

Los alimentos que presentan carbohidratos, son metabolizados por los microorganismos presentes en el cuerpo del cuy y conejo, principalmente la energía que necesitan para sus diversas vías metabólicas. [5].

#### **Proteína**

La proteína constituye el principal componente de la mayor parte de los tejidos, la formación de cada de ellos requiere de su aporte, dependiendo más de la calidad que cantidad que se ingiere es así que la alfalfa provee del 18 a 21 % de proteína a los cuyes

El abastecimiento inapropiado de proteína, tiene como resultado un menor peso corporal del nacimiento, deficiencia en el crecimiento, baja producción de leche, baja fertilidad, y menor eficiencia de utilización de alimento [6].

#### **Fibra**

La fibra se da en particular, al comer alimentos dados en la zona, especialmente forrajes que son la fuente alimenticia esencial de los cuyes. Esta comida es de gran importancia en la composición de las raciones, no solo por la capacidad que tienen los cuyes o conejos para dirigirla, sino también su velocidad para favorecer su digestibilidad de otros nutrientes.

#### **Grasa**

El cuy tiene la necesidad de grasa o ácidos grasos no saturados. Si no se entrega, se crea un retardo en el crecimiento, además de dermatitis, por ende, se da un crecimiento deficiente en el pelo, así como la caída del mismo. Se confirma que un nivel del 3% es suficiente para lograr un buen crecimiento, así como para prevenir la dermatitis.

#### **Agua**

Es el 70 a 80% del organismo animal. Mejora los pesos de animales nacidos y destetados (aumenta la producción de leche). Regula la temperatura corporal.

El cuy necesita 120 cc (0.12 L) de agua por cada 40 gr de materia seca de alimento consumido, por ende, se debe dotar de agua 2 veces al día y debe ser fresca y libre de contaminantes.

## Energía

Permite efectuar los procesos metabólicos, el mantenimiento y la producción.

## Minerales

Formación de estructura corporal e intervienen en los procesos fisiológicos normales del cuerpo. Los minerales forman los huesos y los dientes parcialmente, si los cuyes reciben cantidades apropiadas de pasto, no es necesario proporcionales minerales en su alimentación, por eso se debe ser exigible proporcionar un forraje de buena calidad y cantidad apropiada. Por otra parte, los elementos minerales tales como el calcio, potasio, sodio, magnesio, fósforo y cloruros, son necesarios para el cuy, pero sus requerimientos cuantitativos no han sido determinados.

## Vitaminas

Las vitaminas activan las funciones del cuerpo. Estas ayudan a los animales a crecer rápido, mejoran su reproducción y los protegen contra varias enfermedades.

Las vitaminas más importantes de los cuyes es la vitamina C, su falta produce serios problemas en el crecimiento y en algunos casos puede causarle la muerte, el proporcionar forraje fresco el animal asegura una suficiente cantidad de vitamina C [7].

## Alimento concentrado

El alimento concentrado es una mezcla de nutrientes a base de materias primas como el maíz, la soya, trigo, u otros insumos como podemos observar en la tabla 13, que tiene como objetivo asegurar una dieta equilibrada y cumplir con las exigencias nutricionales [8].

Los alimentos balanceados son la materia prima principal para el proceso y producción de carne, ya sea de aviar, porcina, acuícola, ovina o vacuna y otros productos de animales como huevos.



**Figura 1** FERRAZ líder en mercado nutricional [9]

### 3.9.1. Clasificación de alimentos balanceados.

Hay tres tipos de alimentos equilibrados de acuerdo a su composición [8]:

- **Prácticos:** El desarrollo se centra en alimentos disponibles y asequibles. Es una preparación que tiene como objetivo cumplir con los requisitos de nutrición a un bajo costo.
- **Purificados:** Se basa en la mezcla de ácidos grasos, aminoácidos sintéticos y carbohidratos puros y vitaminas. Cabe resultar una preparación costosa y generalmente se ejecuta con fines científicos.
- **Semi-purificados:** Esta preparación tiene ingredientes orgánicos orgánicos en su forma más limpia y pura. Su elaboración se utiliza para calcular la eficiencia de los elementos alimenticios de ganancia de peso y conversión considerable.

### 3.9.2. Tipos de mezclas para alimentos balanceados.

De acuerdo al uso y consumo, en la industria de alimentos existen tres tipos de mezclas [8].

- **Pelletización:** Una mezcla basada en el acondicionamiento en el aumento de temperatura que puede ser causado por presión o vapor sobre la materia prima finamente molida o mezclada, con la finalidad de lograr una hidratación a temperaturas que varíen desde los 60° hasta los 80°C. La masa extraída a través de un proceso de entrenamiento estructural cilíndrico conocido como pellet y las dimensiones cambian el tipo de alimentos requeridos.
- **Seco o polvo:** Consiste en una agregación de sustancias sin interacción entre ellos. La composición es un factor que produce variaciones en las propiedades de la mezcla, y esto depende de la manera o método de fabricación. En una mezcla homogénea la composición y la apariencia son consistentes, mientras que en una mezcla heterogénea su separación física es notoria.
- Como último tipo de mezcla podemos definir que es un método por medio del cual se obliga a una mezcla de extrusión o sustancia pasar por una plantilla, lo que produce diversas formas de porción uniforme utilizada en la industria de la alimentación y otras, este método se puede efectuar en frío o caliente.

### 3.9.3. Extrusión

Extrusión, una operación que se aplica a diferentes ingredientes tiene como objetivo extender la gama de productos en el mercado para lograr diferentes formas, texturas, colores, olores y sabores. La tecnología, muy simple, es pasar el producto a través de agujeros con diferentes

geometrías. [10].

### **3.10. CONCEPTOS IMPORTANTES**

#### **Dieta**

Conjunto cantidades de los alimentos o mezclas de alimentos que se consumen habitualmente formando comportamientos nutricionales de los animales.

#### **Ración**

Cantidad de alimentos suministrados a un animal en un periodo de tiempo dado.

#### **Forraje**

Todos decimos que el hombre proporciona al animal como alimento, puede ser forraje verde, seco, concentrado o conservado.

#### **Pasto**

Todo insumo que el animal consume por sus propios medios como crianzas extensivas o mixtas.

Análisis de conceptos:

Muchos confunden la dieta con no comer o comer menos la dieta no es una cosa que lo que comemos y la ración es la cantidad que comemos, la dieta para el cuy o conejo está asociada con la alfalfa y en ciertas épocas está asociada a otras especies como la cebada, que son cultivos temporales en la costa, los cuyes o conejos no tan sólo se alimentan de forraje verde ya que éste tiene valores nutritivos muy bajos. Entonces se debe echar mano de alimentos concentrados o de balanceados dependiendo del contenido que tenga, la cantidad también es importante porque está en función de lo que puede consumir el animal, no se le puede ofrecer demasiado alimento al animal, por lo tanto, se le debe ofrecer la cantidad o la ración necesaria o la dieta que el animal va a consumir

Forraje en términos generales, aunque muchos discrepan es lo que el humano proporciona al animal y puede ser verde, concentrado, balanceado o conservado, pero qué es lo que el animal recibe de alimento.

### **3.11. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL PELLET**

#### **3.11.1. Pellet**

El pelet (también de pellet o pella) es un nombre genérico utilizado para referirse a las secciones pequeñas del material aglomerado o comprimido de diferentes materiales.



**Figura 2** Abmix nutrición [9]

En la siguiente tabla se detalla las características físicas del pellet para diversos tipos de animales (Albán & Arias, 2019).

**Tabla 10** Característica físicas de los pellets según el animal.

<b>TIPO</b>	<b>Largo</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Peso</b>	<b>Densidad</b>	<b>Humedad</b>
<b>GANADO</b>	<b>(mm)</b>	<b>(mm)</b>	<b>(g)</b>	<b>(kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>(%)</b>
<b>Aves</b>	4-8	4	0.005	650-700	<10
<b>Vacas</b>	10-15	8	0.008	700-750	<15
<b>Cerdos</b>	5-10	6	0.008	700-750	<15
<b>Conejos</b>	5-10	5	0.009	600-650	<8

**Fuente:** Albán & Arias, 2019

### **3.12. SISTEMAS DE PRODUCCIONES DE PELLETS**

La realidad de los alimentos que se dan a los animales criados para el consumo humano, que en estos casos se producen en grandes cantidades, representa ahora el costo total de producción de 60-70 %. Por eso, el uso de alimentos granulados en la industria animal se ha vuelto muy importante hoy en día, ya que los estudios muestran que conducen a una mejor eficiencia alimentaria, aumentan el rendimiento y la productividad.

La granulación se define como el proceso de usar presión, humedad y calor para hacer que las partículas pequeñas de alimentos se compriman a medida que la máquina está diseñada para producir una forma de "granulado" más grande, se vuelve lo suficientemente maleable para compactarse hasta que se alcanza una densidad más alta.

La granulación es un proceso que puede requerir una inversión, pero el mismo análisis puede aumentar el rendimiento y la productividad del animal, ya que proporciona los nutrientes adecuados que el animal necesita para su rápido desarrollo.

### **3.13. CARACTERÍSTICA DEL PELLETT**

#### **3.13.1. Ventajas de la alimentación peletizada.**

- Mejora el rendimiento de los animales
- Reduce el desperdicio de alimentos
- Reduce la selección de alimentos
- Mejora la densidad de los alimentos
- Mejora el manejo de los alimentos
- Menos tiempo y energía durante el consumo.
- Modificación térmica del almidón y proteína
- Mejora la presentación y estética del alimento

El pellet mejora el crecimiento y la conversión alimenticia de los animales aumentando la calidad del pellet.

#### **3.13.2. Calidad del pellet.**

La calidad del pellet depende en parte de los siguientes factores:

- 40% de la formulación del alimento
- 20% tamaño de la partícula
- 20% acondicionamiento
- 15 especificaciones del alimento
- 5% del enfriamiento y secado del pellet

Si esto es correcto un 60% los factores que influyen en la calidad del pellet se determinan antes del acondicionamiento aumentando a un 80% la calidad del mismo [11].

#### **3.13.3. Para mejorar la calidad del pellet se considera tres aspectos fundamentales:**

- a) Diseño de las dietas
- b) Cambio en las formulaciones
- c) Proceso de acondicionamiento

#### **3.13.4. Tamaño de las partículas**

Las investigaciones examinadas, dan respuestas contradictorias, hay prueba de que el tamaño de las partículas afecta la tasa de producción y la calidad del pellet. Los productores tienen que hacer su propia investigación con la comida que producen.

#### **3.14. PROCESO DE PELETIZACIÓN**

Es una máquina que tiene como trabajo o actividad convertir la materia prima en pellet, que son material de forma esféricas, aunque básicamente la peletizadora no se encarga solo de esto hay varios tipos de pellets, por ejemplo, peletizadora de hilo, peletizadora de disco, peletizadora de contra flujo.

Significa que la peletización, es el proceso que nos permite formar la mezcla de los ingredientes, los cuales son compactados por un solo orificio para producir un solo pellet de un tamaño mucho mayor a los normales.

De acuerdo con lo anterior, existen requisitos que se deben de tenerse en cuenta en el proceso de peletización: tipo de formulación o ingredientes utilizados, requisitos de capacidad, requisitos de calidad de pellets, tamaño de las corridas. (GONZALO A. [et al]. 2011)

Pero como previamente analizamos la mezcla necesaria hecha para la ración de los cuyes y conejos, debemos tener en cuenta los siguientes factores al querer durabilidad del producto.

##### **Ventajas del proceso**

- La pérdida por flujo de aire con los pellets es menor que con harina.
- Se minimiza el polvo del alimento.
- Cuando se trata de la comida peletizada, no hay separación de los ingredientes.
- Normalmente, se requiere menos trabajo con los pellets que con el pasto que se les otorga.
- El proceso de peletización los carbohidratos mejoran la digestión.
- El calor, la humedad y la presión del proceso de granulación pueden aumentar la eficiencia de la ración.
- Hay menos desperdicio de alimento en los comederos.
- Mayor digestibilidad de los nutrientes por procesos mecánicos.

## **Desventajas**

- Hay un costo adicional para moldear el alimento.
- Algunos pellets están deshaciendo cuando se muevan por sistemas de comederos automáticos y se pierden las partículas más finas.
- Los pellets aumentan el consumo de agua.
- El peletizado altera el valor nutritivo. El calor generado durante el proceso de peletizado destruye algunos carotenos (pro vitamina A)

## **Ventajas del alimento peletizado**

- El alimento no es contaminado por el animal, debido a que el abasteciendo con el forraje común, es puesto en el lugar y los animales tienden a orinar o defecar sobre los alimentos que ingieren, entonces con el pellet se utiliza menos espacio y no se esparce el alimento por todo el lugar donde se encuentre el animal.
- La sanidad en la producción de cuyes y conejos.
- Digestibilidad de los nutrientes.
- Digestibilidad de las grasas.
- Reducción del consumo de energía durante ingiere el alimento.
- Eliminación de contaminación microbiana.
- Evita selección de ingredientes.
- Mejora en la retribución económica y parámetros productivos.

### **3.14.1. Otras ventajas**

El alimento granulado reduce el desperdicio en los comederos, lo que también afecta el costo de producción, evita la desintegración de nutriente durante el transporte y mejora el almacenamiento.

Como se puede ver, el pienso peletizado están siendo muy aceptable para cualquier tipo de crianza. Además, desde el punto de vista nutricional, la peletización posibilita un aumento natural de la energía líquida de la dieta, debido a la gelatinización de los carbohidratos, reduce el gasto energético en la aprehensión de los alimentos. (Sorto Flores C. 2011)

### 3.14.2. Algunos datos adicionales

- La alimentación y la nutrición son parte de los pilares de la producción animal.
- Asegurarse de contar con una buena base genética.
- Los costos en la alimentación superan el 70%.
- Animales bien alimentados difícilmente se enferman.
- Comprar forraje verde no es alternativa.

### 3.15. EVALUACIÓN DE LOS MODELOS FABRICADOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PELLETS.



**Figura 3** Peletizadora modelo Kubex T marca Buhler

Esta peletizadora tiene una gran eficiencia al momento de fabricar los pellets, su capacidad de producción es de hasta 80 toneladas/hora, sus pellets tienen un diámetro no superior de 4 mm. Esta máquina tiene la potencia suficiente para procesar alimentos que tengan un alto contenido en grasa o fibra. La máquina tiene un diámetro de 1.2m además de poseer un motor de 470Kw.



**Figura 4.** Peletizadora modelo MKFD300P marca Meelko

La máquina tiene una potencia de 55HP, además de una capacidad de 400 Kg, su uso se da para animales de corral, tiene una gran eficiencia al producir los pellets, la máquina ejerce una presión gracias a los rodillos que posee, esto hace que el concentrado sea empujado con una presión de 20 toneladas, la fabricación del pellet en esta máquina no debe exceder los 70-80 grados.



**Figura 5.** Peletizadora modelo skl150 marca Minglun

Usada para la industria del conejo, pescado, ganado vacuno y ovino, el tamaño del pellet varía de 1,5 hasta 8 mm de acuerdo a las especificaciones que el cliente desee. Su potencia es de 4 KW, además posee una capacidad de producción de 150-200 Kg/h, la humedad que debe poseer el pellet para su producción en esta máquina debe ser del 12%.



**Figura 6.** Peletizadora Modelo ZLSP150B marca GEMCO

Su uso se da para fabricar alimentos para animales de corral, ganado hasta pellets para pollos. Su potencia es de 3 Fase 4KW, además produce de 90-120 kg/h de pellets, para la realización de pellets debe poseer una humedad de 10-18%, el tamaño del pellet igualmente varia de 3-10 mm de acuerdo a las especificaciones que deseen.



**Figura 7.** Peletizadora modelo LD-S 150 marca Macreat

Peletizadora de uso en granjas y en el hogar, de estructura simple su potencia es de 4/5.5 KW, tiene una capacidad de producción de 90-120 Kg, el diámetro del pellet varia de 2-8mm.



**Figura 8** Briqueta modelo 50 marca Ainuok

Esta máquina tiene un poder de 18.5 KW, desarrolla briquetas de carbón vegetal, puede producir hasta 260 Kg/h, las briquetas salen con un diámetro de 50 hasta 80 mm que se ofertan en el mercado.

#### **4. METODOLOGÍAS:**

Para realizar la presente investigación de tesis de graduación que tiene como principal objetivo diseñar una maquina compresora para la elaboración de productos alimenticios de cuyes y conejos, se ha optado por realizar la Investigación Experimental la cual tiene una modalidad de estudio que se orienta a una investigación cuantitativa que la cualitativa aunque esta experimentación establece relaciones de causa-efecto y se ocupa de descubrir, comprobar, conformar negar o afirmar proyectos que se requiere realizar considerando que la experimentación tiene lugar en el campo, y asumiendo que nuestro trabajo de tesis nos enfocamos en el experimento de diseño para elaborar los productos alimenticios ya sea en las medidas, aceptación de mercado, tamaño, productividad, y así tener éxito en la propuesta a realizar.

#### **5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

En la siguiente investigación se detallará la investigación que se hará para diseñar la maquina peletizadora.

##### **5.1 Actividades del Objetivo 1**

###### **5.1.1 Realización de un análisis de documentación bibliográfica**

La investigación que se ha realizado en este trabajo está basando en investigaciones realizadas por otras universidades, revistas científicas en línea, sitios web de ministerios de agricultura de otros países enfocadas en la producción e alimentación de cuyes y conejos, documentos web y

así mismo por artículos científicos publicados en distintas revistas o periódicos, con esto se pudo analizar y utilizar esa información para saber más sobre las dietas de los alimentos de cuyes y conejos, para así con nuestros conocimientos y de más partes investigadas, realizar la mezcla necesaria para poder cumplir con los nutrientes que requiere el animal.

En la revista SciELO (electrónica científica en línea) investigación realizada por Castro y Chirinos, enfocada en la calidad de la nutrición de los cuyes, nos ayudó a contextualizar sobre el tipo de alimentación y así poder establecer mezclas capaces de cumplir con el objetivo esperado de nuestro proyecto.

Benjamín Ruiz, Editor en jefe de la revista especializada Industria Avícola, el Instituto nacional tecnológico Nicaragua, Universidades como: UPS, EPN, y UTC, nos han beneficiado con investigaciones enfocadas en la producción de balanceados en forma de pellets en donde hemos establecidos parámetros para el debido proceso que contemplaría el diseño de la máquina compresora para la elaboración de productos alimenticios de cuyes y conejos.

La Universidad de Nariño, Pasto (Colombia) con la investigación de Caycedo nos ha hecho un aporte esencial de los requerimientos nutricionales del cuy en sus diferentes etapas, que se asemejan con otras publicaciones, pero ha sido una investigación relevante para poder aplicar la dieta esencial para el animal.

### **5.1.2. Establecimiento de mezclas alimenticias que cubran las necesidades de los animales**

Alimentar a los animales sin tener en cuenta sus requerimientos nutritivos diarios.

Por ejemplo, hay una diferenciación entre alimentación e intuición, pero están asociadas, por ende, alimentar es dar un insumo sin saber el requerimiento nutritivo necesario, si nosotros vamos y nos compramos unos bizcochos y una coca cola quiere decir que estamos saciando el hambre, pero no nos estamos nutriendo y esto es lo que pasa a nuestros animales les damos, cáscaras, hojas de choclo o diferentes alimentos o residuos, y en realidad esto se podría mejorar enfocándonos en los nutrientes que necesita y no tan solo en cualquier alimento que podríamos dar a los cuyes y conejos. El animal necesita nutrientes altos en proteínas el cual ayuda al desarrollo del tejido muscular y acelera el crecimiento obteniendo un mayor rendimiento.

#### **5.1.2.1. Formulación de mezclas alimenticias**

Considerando los requerimientos nutricionales del cuy y conejo, el aporte de los ingredientes alimenticios, los suplementos y los aditivos nutricionales y no nutricionales, se debe optimizar el nivel de producción necesario. El objetivo principal que nos hemos propuesto es preparar raciones que cubran las necesidades nutritivas de los animales como principal sustancia como

las proteínas, que son las que forman los tejidos de los animales como la carne, huesos y vísceras. Entre estas tenemos: torta de soya, fréjol, arveja, harina de pescado, harina de alfalfa, etc. [12].

Las raciones que cubren las necesidades sin presentar deficiencias nutritivas o excesos marcados, se las denomina raciones equilibradas. Para formular raciones, se tomará en cuenta los siguientes datos:

- Necesidades nutritivas del animal
- Composición nutritiva de los alimentos con aceptabilidad
- Precio de alimentos disponibles

**Tabla 11** Porcentajes de utilización de insumo en la preparación de insumos en la elaboración de ración para cuyes y conejos.

<b>FUENTES ENERGETICAS</b>		<b>MINIMO</b>	<b>MAXIMO</b>
Maíz		-	50
Sorgo		20	40
Cebada		-	18
Polvillo de arroz		20	30
Melaza de caña		10	100
Afrecho		15	25
<b>FUENTES PROTEICAS</b>			<b>30</b>
Quinoa		10	12
Harina de alfalfa		7	30
Pasta de algodón tratada		15	15
Harina de pescado		-	12
Harina de vísceras de pescado		2	10
Harina de sangre		5	-
<b>FIBRA</b>		<b>5</b>	<b>-</b>
Cáscara de algodón		-	9
Coronta		-	9
Panca de maíz		-	15

**Fuente:** Chauca Lilia, 1997.

### **5.1.2.2. Consideraciones técnicas para formulación de raciones**

#### **Conocer los requerimientos del cuy y conejo de acuerdo a la edad y a las necesidades fisiológicas.**

Para los requerimientos del cuy o conejo se necesitan diferentes porcentajes de nutrientes por ejemplo para reproductores, recién nacidos y en estado de gestación. Entonces se necesitaría como 3 raciones con diferentes porcentajes de nutrientes alimenticios para las edades y estados en lo que se encuentre el animal, por ende, para resolver este inconveniente se hace una sola ración considerando la media de los 3 porcentajes de nutrientes para cada una de las edades o estado en que se encuentre el animal, o también se puede considerar una sola ración con igual porcentaje de nutrientes, pero considerando que el alimento sea alto en proteínas.

Concluyendo se elaborara una sola ración con un porcentaje igual de nutrientes para las tres etapas del cuy o conejo tomando un punto medio, ni tan alto ni tan bajo para todos los ejemplares que se requiera alimentar.

#### **Disponer de una tabla de composición nutricional de los alimentos.**

Debemos saber que nos puede aportar cada alimento tanto en proteínas, vitaminas, minerales o carbohidratos, por ejemplo, la cebada, el maíz, la alfalfa o forrajes distintos. Entonces sabiendo la composición nutricional de cada uno de los alimentos se puede formular las raciones balanceadas que debo darle a los cuyes y conejos.

#### **Saber la disponibilidad de precios e insumos en el mercado.**

- En este caso se debe tener en cuenta los precios o insumos de mercado que debido a antes o después de la pandemia los precios han subido u otros han bajado.
- Considerar que algunos alimentos tienen ciertas restricciones en la alimentación de los cuyes y conejos.
- Por ejemplo, podemos considerar como la harina de pescado que se puede dar hasta un 10% porque si se le da en exceso aun así obtengamos los nutrientes necesarios, este puede inferir en el sabor de la carne, aunque algunas personas no lo distinguen, pero otras sí, y si queremos salvar la calidad de la carne del cuy y el conejo debemos considerar no excedernos en los diferentes alimentos que se le otorgue al animal.

### 5.1.2.3. Análisis para la elaboración de ración alimenticia

Con investigaciones, charlas y lecturas que se ha revisado, varias arrojan diferentes datos lo que sí sabemos que los cuyes y conejos requieren alimentos altamente proteicos hasta 22% en lactancia, 18% en etapa de gestación y un 17% en crecimiento, entonces para sacar una ración homogénea se tomaría en cuenta el promedio de las diferentes etapas de cada nutriente, según la universidad de Nariño Colombia es recomendable hacer este promedio para elaborar una sola ración con los nutrientes adecuados para la producción del cuy y conejo.

**Tabla 12** Promedio de nutrientes en las diferentes etapas del cuy o conejo para determinar la ración alimenticia.

<b>NUTRIENTES</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>ETAPA DE GESTACIÓN</b>	<b>ETAPA DE LACTANCIA</b>	<b>CRECIMIENTO</b>	<b>PROMEDIO NUTRIENTES</b>
<b>Proteína</b>	%	18,0	20,0	15,0	17,7
<b>Energ/Dig</b>	Kcal/kg	2800,0	3000,0	2800,0	2866,7
<b>Fibra</b>	%	13,5	12,5	10,0	12,0
<b>Calcio</b>	%	1,4	1,4	0,9	1,2
<b>Fosforo</b>	%	0,8	0,8	5,5	2,4
<b>Magnesio</b>	%	0,7	0,7	0,7	0,7
<b>Potasio</b>	%	1,0	1,0	1,0	1,0
<b>Vit.C</b>	mg.	200,0	200,0	200,0	200,0

**Fuente:** Universidad de Nariño, Pasto (Colombia) Citado por Caycedo, 1992.

Como resultado habiendo realizado un promedio con la herramienta de Excel de las tres etapas se ha logrado obtener el promedio de nutrientes considerando las tres etapas de producción del cuy y conejo, como por ejemplo, nos dice que la proteína debe ser de un 17,7 % pero redondeando dicho valor nos queda un 18 % de proteína cuál porcentaje debería tener la ración que se le va a suministrar al cuy o conejo, en la energía el requerimiento energético de los animales va en función al medio ambiente menos kilocalorías en la costa más kilocalorías en la sierra que aproximando tenemos un promedio de 3000 Kcal/kg y así con lo demás nutrientes que podemos apreciar en la tabla para poder producir una ración con los porcentajes de los nutrientes alimenticios homogénea para todos los cuyes y conejos que se esté produciendo.

#### **5.1.2.4. Consideraciones en la formulación de mezclas alimenticias.**

Se debe tener en cuenta que los minerales y las vitaminas están ampliamente cubiertas con el forraje verde que consume.

Lo primero que se debe saber es que la nutrición representa la mayor parte de los recursos necesarios para la producción animal. Por tal razón, su eficiencia, costos económicos condicionan grandemente el éxito de los sistemas de producción animal.

Contrariamente, todo error en el cálculo de raciones o exactitud en la apreciación de las necesidades limita la productividad de los animales genéticamente más aptos para la producción.

Sin explicar, a detalle se considera que algunos de los requisitos deseables de una buena ración de alimento son:

- Tener un estricto balance en nutrientes.
- Contener variedad de insumos de buena calidad.
- Tener cualidades físicas apropiadas.
- Ser digestible.
- Ser inocuo, sin factores anti nutricionales o toxinas.
- No contener insumos obtenidos de restos de la misma especie animal.
- Tener un costo apropiado.

Por último, la formulación de raciones debe entenderse como el ajuste de las cantidades de los ingredientes o nutrientes con los cuales desee conformar la ración.

**Tabla 13** Promedio de nutrientes a utilizar en la ración.

<b>NUTRIENTES</b>	<b>PROMEDIO NUTRIENTES</b>
<b>Proteína</b>	17,7
<b>Energ/Dig</b>	2866,7
<b>Fibra</b>	12,0
<b>Calcio</b>	1,2
<b>Fosforo</b>	2,4
<b>Magnesio</b>	0,7
<b>Potasio</b>	1,0
<b>Vit.C</b>	200,0

**Fuente:** Elaborado por el Autor

El cuy y el conejo además de los desechos de cocina y de los residuos de las cosechas, otros alimentos adecuados para alimentar a estos animales pueden ser: alfalfa (en heno o fresca), maíz (hojas, tallos o granos), cebada, avena, trigo (como afrecho en grano o harina) soja, girasol o algodón (en forma de harinas), huesos (harina), y conchilla. Considerando todos los alimentos que el cuy o el conejo pueden alimentarse se describe en la siguiente tabla la composición de los diferentes nutrientes, asumiendo que para formular la respectiva ración se realizará con varios de estos insumos siempre y cuando considerando el precio, la disponibilidad y su eficacia como aporte para la ración alimenticia.

**Tabla 14** Composición de alimentos utilizados para cuyes y conejos

<b>INSUMO</b>	<b>MS (%)</b>	<b>E.D. Kcal/Kg</b>	<b>P (%)</b>	<b>FC (%)</b>	<b>Ca (%)</b>	<b>P (%)</b>
Alfalfa	24	620	4.9	10.5	0.45	0.06
Avena	90	2600	11.5	32.0		
H. de alfalfa	92	2309	17.9	24.1	1.70	0.23
Maíz grano	89	3790	9.3	2.0	0.03	0.31
Maíz chala	90	2210	3.2	36.2	0.12	0.04
Sorgo	89	3330	10.7	2.2	0.04	0.29
Cebada	89	3330	12.4	5.6	0.04	0.33
Avena	89	2950	12.4	10.6	0.06	0.33
Af. Trigo	89	2996	14.8	10.3	0.11	0.33
Soya	89	2474	46.1	2.2	0.04	0.62
H. Girasol	93	2551	46.3	11.0	0.38	1.05
T. Algodón	90	3090	40.7	12.6	0.17	1.09
H. hueso	96	-	-	-	24.0	12.1
Conchilla	96	-	-	-	26.0	-

**Fuente:** Nutrient requirements of Rabbits, 1991.

**Tabla 15** Contenido nutricional de insumos para alimentación de conejos

INSUMO	E°D.	P.T.	Ca.	P.	F.C.	M.S.
Alfalfa Verde	0.52	4.8	0.46	0.06	6.4	24.0
Carbonato de Ca	0	0	38.0	0	0	99.0
Coronta de Maiz	2.20	3.0	0	0.04	35.0	90.0
Fosfato Dicalcico	0	0	21.0	18.0	0	99.0
Harina de Pescado	3.85	60.0	5.5	3.2	3.0	90.0
Heno de Alfalfa	1.90	10.5	0.21	0.17	24.7	88.0
Maiz Amarillo	3.70	8.5	0.02	0.24	2.5	87.0
Melaza	2.00	3.9	0.79	0.08	0	75.0
Paja de Frijol	2.90	6.5	0	0.2	32.0	85.0
Panca de Maiz	2.60	4.9	0.5	0.09	36.5	87.0
Pasta de Algodón	2.79	38.0	0.2	1.0	14.9	90.0
Afrecho	2.40	14.0	0.12	0.9	10.3	88.0
Polvillo de Arroz	3.17	12.0	0.10	1.16	80.0	87.0
Zanahoria	0.42	2.1	0.15	0.03	29.0	16.0
Torta de Soya	3.41	44.0	0.3	0.65	6.6	87.0

Fuente: Nutrient requirements of Rabbits, 1991

**Tabla 16** Composición química expresada en % sobre materia seca

COMPOSICION QUIMICA, EXPRESADA EN % SOBRE MATERIA SECA, DEL TALLO. HOJAS Y TALLO + HOJAS DEL MAIZ DE TALLO AZUCARADO E-10, A DOS DIFERENTES ESTADOS DE MADUREZ DE LA PLANTA

	Tallo	Hojas	Tallo + hojas
Planta con el grano en estado pastoso			
Proteína bruta ... ..	8,3	10,6	9,6
Extracto etéreo ... ..	1,1	2,2	1,4
Fibra neutro detergente ... ..	49,0	62,5	56,8
Fibra ácido detergente ... ..	30,6	38,1	34,3
Celulosa ... ..	23,6	24,6	24,2
Lignina ... ..	5,8	5,6	5,7
Azúcares solubles ... ..	35,3	7,3	20,2
Cenizas ... ..	8,9	16,5	11,2

Fuente: Alimentación y producción animal CSIC Madrid

Los maíces en estado maduro tienen una proteína bruta de: tallo 7,6 %, hojas 9,3 % y hojas-tallo 8,4% según el CSIC Madrid.

#### 5.1.2.6. Mezclas a realizarse

Mezcla 1: Teniendo en cuenta el porcentaje de proteína que se necesita se ha determinado la combinación de estos insumos para obtener un 18 % de proteína y así cumplir con los nutrientes

requeridos por el animal en donde tenemos alimentos como: la alfalfa deshidratada, maíz chala, soya, harina de pescado.

**Tabla 17** Mezcla 1

<b>INSUMO</b>	<b>PROTEINA %</b>
ALFALFA DESHIDRATADA	15,99
MAÍZ CHALA	3,2
SOYA	46,1
HARINA DE PESCADO	60

**Fuente:** Elaborado por el Autor

Mezcla 2: Para la mezcla dos se utilizó los siguientes insumos: hoja de maíz, polvillo de arroz, harina de alfalfa y torta de soya.

**Tabla 18** Mezcla 2

<b>INSUMO</b>	<b>PROTEINA %</b>
HOJA DE MAÍZ	10,6
POLVILLO DE ARROZ	12
HARINA DE ALFALFA	44
TORTA DE SOYA	46,1

**Fuente:** Elaborado por el Autor

En conclusión, se puede hacer la mezcla de cualquier tipo de alimento y tomando en cuenta la regla de PERSON para el cálculo correspondiente, sin embargo, también dependería de la disponibilidad, costo, y alimento que pueda consumir el cuy. Se puede hacer varias combinaciones siempre y cuando se cumpla con los nutrientes que el cuy necesita para tener un rápido desarrollo.

### **5.1.3 Cálculo de los volúmenes de materia prima para las mezclas escogidas**

#### **5.1.3.1. Calculo de la ración con los porcentajes de nutrientes requeridos para suministrar el alimento al cuy y conejo**

##### **Determinar la masa de la ración alimenticia**

Se estima que el diseño de la máquina orientado al sistema comercial-familiar tendrá como objetivo alimentar unos 200 animales entres cuyes y conejos en etapa de crecimiento por lo que su alimentación diaria es de 450 gr por día.

Teniendo en cuenta que la mayoría de la materia prima para la composición de la mezcla son productos que serán triturados con una densidad de 600-650kg/m<sup>3</sup> destinados para el cuy y el conejo.

M= N°animales\*consumo diario

M=200\*450gr=90000gr=90 kg

Ya habiendo obtenido la masa de la ración alimenticia para 200 animales entre cuyes y conejos hemos obtenido un total de 90 kg a mezclarse el cuál ingresara en la tolva.

**Tabla 19** Costo, humedad y materia seca de los insumos.

<b>Insumos</b>	<b>\$/kg</b>	<b>Humedad %</b>	<b>Materia Seca %</b>
<b>Alfalfa</b>	0,1	14,82	85,18
<b>Maíz chala</b>	0,1	10	90
<b>Soya</b>	0,5	11	89
<b>Harina pescado</b>	1,5	10	90
		11,46	88,54

**Fuente:** Elaborado por el Autor

La humedad que debe poseer el pellet oscila entre los 8 y 12% de acuerdo a la norma NTE INEN 1829:2014, considerando como máximo una humedad del 13 %.

**Cálculo con el modelo de Pearson.**

**Fórmulas para el modelo de Pearson**

$$\%Participación = \frac{N^{\circ} partes * 100}{Total de partes} \quad (1)$$

$$Aporte Proteína = \frac{\%Participación * \%Proteína}{100} \quad (2)$$

$$Insumo/kg = \frac{\%Participación * Ración}{100} \quad (3)$$

$$\frac{\$}{\text{Insumo}} = \frac{\text{Insumo}}{\text{kg}} * \text{Costo Insumo} \quad (4)$$

## Mezcla 1

**Tabla 20** Calculo de la mezcla 1 Método PERSON

			Ración kg				
			90				
INSUMO	PROTEINA %		PARTES	%PARTICIPACIÓN	APORTE PC	INSUMO /KG	\$/insumo
Alfalfa	15,99						
Deshidratada		0,16	42	48,33	7,73	43,49	4,35
MAÍZ CHALA	3,2	0,03	28,1	32,33	1,03	29,10	2,91
SOYA	46,1	0,46	14,8	17,03	7,85	15,33	7,66
HARINA DE PESCADO	60	0,60	2,01	2,31	1,39	2,08	3,12
			86,91	100,00	18,00	90,00	18,04

Fuente: Hecho por el autor

Como resultado en la mezcla 1, utilizando el método de Pearson obtenemos un 18 % de aporte de proteína, el % participación de cada insumo, los kg necesarios de cada insumo, costo total, como podemos observar en la tabla 16. Elaborando esta mezcla con los estudios ya realizados logramos obtener los 18 % de proteína que es el nutriente fundamental para el cuy y el conejo, se ha calculado la masa de cada insumo para cumplir los 90 kg que necesitamos para alimentar a los 200 animales.

## Mezcla 2

**Tabla 21** Calculo de la mezcla 2 Método PERSON

INSUMO	PROTEINA %	%	PARTICIPACIÓN	Ración kg		APORTE PC	INSUMO/KG	\$/insumos
				PARTE	%PARTICIPACIÓN			
HOJA DE MAÍZ	10,6	0,11	28,1	41,63	90	4,41	37,47	3,75
POLVILLO DE ARROZ	12	0,12	26	38,52		4,62	34,67	3,47
HARINA DE ALFALFA	44	0,44	6	8,89		3,91	8,00	4,00
TORTA DE SOYA	46,1	0,46	7,4	10,96		5,05	9,87	14,80
			67,5	100,00		18,00	90,00	26,01

Fuente: Hecho por el autor

En la mezcla número 2 logramos cumplir con el mismo objetivo del 18 % de proteína, pero con diferentes insumos en donde obtenemos diferentes aportes de proteína, % de participación y diferente masa de cada uno, con esto se da entender que se puede optar por la disponibilidad, costo y así tener mejor comodidad.

## 5.2 Actividades del Objetivo 2

### 5.2.1 Realizar un análisis del proceso productivo

#### Selección y pesado de la materia prima

Para iniciar con la elaboración del pellet se debe ya seleccionar la MP que se quiera ocupar para la mezcla, como primer análisis se debe medir la humedad que esta tenga, ya que su rango no debe pasar el 12% de humedad, un valor que pase este porcentaje es más que suficiente para rechazar la selección de la MP para su mezcla, además se debe pesar para que ingrese con la medida justa a la tolva, la MP se debe asegurar que no esté algún insecto o algo que no pertenezca a la mezcla.

#### Mezclado

Una vez que la materia prima haya sido seleccionada son conducidas a la tolva donde se

encuentra las aspas de la mezcladora donde se depositara la MP seleccionada para su posterior mezcla, en esta operación lo que se hace es una homogeneización de la MP que se haya seleccionado, en donde siempre se debe tomar en cuenta la humedad, el tamaño de las partículas y su consistencia, además de añadir algún líquido evitando hacer grumos. El tiempo de mezcla es de 10 minutos, una vez cumplido el tiempo se abre una compuerta que trasladara la mezcla al tornillo sin fin.

### **Post-molienda**

La mezcla una vez dentro del tornillo sin fin será transportada hasta un disco de moler y unas cuchillas, esto consiste en hacer que las partículas grandes que puedan existir en la mezcla reduzcan su tamaño para así poder hacer una mejor mezcla para luego proceder con la extrusión de la mezcla.

### **Extrusión**

Una vez ya hecho la mezcla esta pasará por una matriz que está hecha con dos perforaciones por donde adquirirá su forma gracias a la presión que el tornillo sin fin genera. Gracias a esta presión se logra la extracción del pellet, ya que obliga a atravesar la matriz con las dos perforaciones formándose así el pellet ayudando a que la mezcla se compacte, para luego pasar al otro proceso que el de corte.

### **Corte**

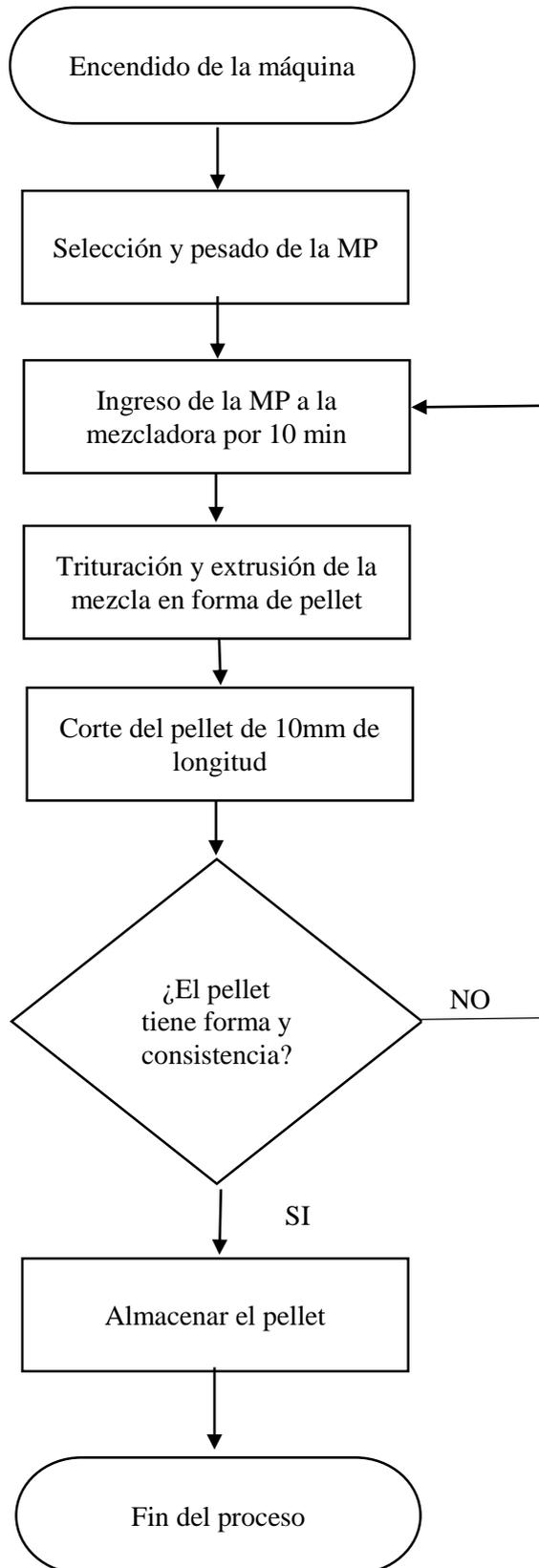
La operación de corte del pellet normalmente se hace con una cuchilla, este producto una vez tenga su forma gracias a la presión que genera el tornillo sin fin y su largo establecido este se cortara gracias a dos cuchillas que estar conectadas a un motor de paso que hace que estas puedan girar luego se hará una inspección donde se compruebe que el pellet tiene una buena consistencia, caso contrario vuelve al proceso de mezclado.

### **Almacenado**

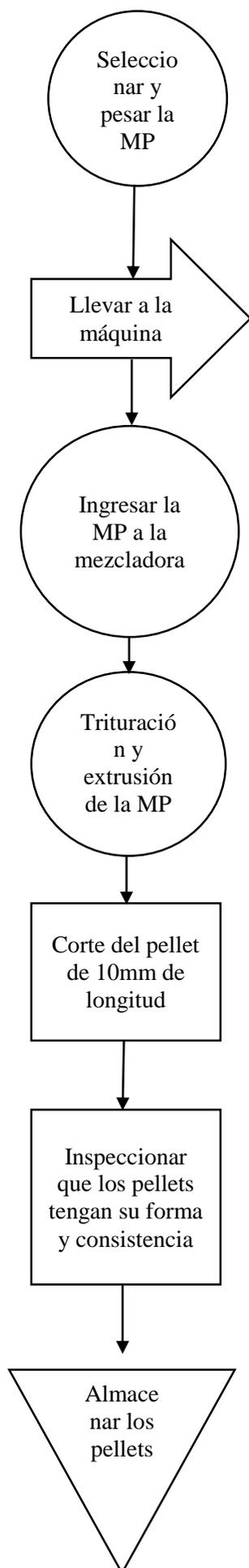
Una vez comprobado la calidad del producto y este haya pasado con satisfacción, se procede a almacenar para su secado ya que cuando sale el pellet de la matriz tiene humedad, este producto se debe secar al ambiente natural ya que la humedad no es demasiado como para secar con máquinas.

## 5.2.2 Elaborar diagramas de flujo de los procesos productivos

### DIAGRAMA DE FLUJO



## DIAGRAMA DE PROCESOS DE OPERACIÓN



### **5.3 Actividades del Objetivo 3**

#### **5.3.1 Establecer los parámetros de diseño de máquinas y equipos.**

Existen muchas peletizadora, cada una de diferentes diseños para realizar la producción de pellets, algunos que se ven en el mercado son:

- Peletizadora de disco
- Peletizadora de rodillos giratorios
- Peletizadora de matriz plana
- Peletizadora a diésel

En este caso nosotros realizaremos una peletizadora con tornillo sin fin, al momento de la extrusión del pellet, este será del tamaño de una pulgada, en donde se tratará de economizar precios para su posible construcción.

##### **5.3.1.2. Peletizadora con tornillo sin fin**

Esta peletizadora trata sobre un tornillo sin fin que se encuentra conectado al motor de reducción, el cual hará que gire haciendo que el alimento que ingresa por la tolva se vaya compactando y llegue al molde en donde adquirirá la forma de pellet, Esta máquina se utilizara principalmente para elaborar pellets alimenticios a una escala menor para las personas que cuidan a los cuyes y conejos.

##### **5.3.1.3. Características de la máquina**

El tornillo sin fin debe ser hecho de acero de una gran calidad, para que sea durable, esto hará que al momento de fabricar el pellet sea uniforme, además será bien sellada al final donde se encuentra el molde que sacara la forma del pellet, para así evitar fugas al momento de querer compactar el alimento. Las personas podrán realizar el pellet con un diámetro de 1 pulg.

##### **Partes de la máquina para su diseño y funcionamiento**

- Estructura
- Sistema de alimentación
- Sistema de transmisión de potencia
- Sistema de control
- Sistema de extrusión

- Sistema de corte
- Otros

### **Estructura**

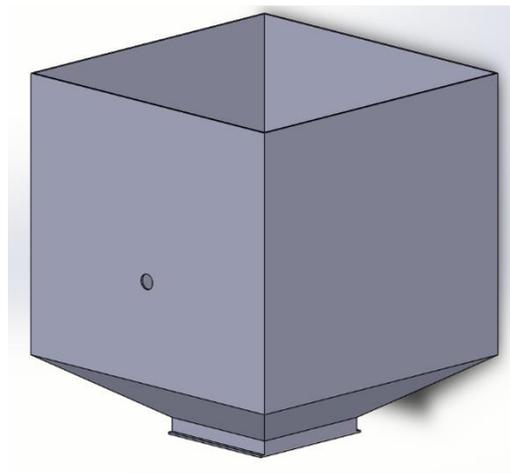


**Figura 9** Estructura

Este será el encargado de sostener y soportar todos los componentes que tendrá la máquina, la estructura está hecha de un tubo rectangular ya ensamblados, encima de esta estructura estar el cilindro, el molde, el cilindro hidráulico el tornillo sin fin, los motores de reducción, el panel de control y la tolva

### **Sistema de alimentación**

#### **Tolva**

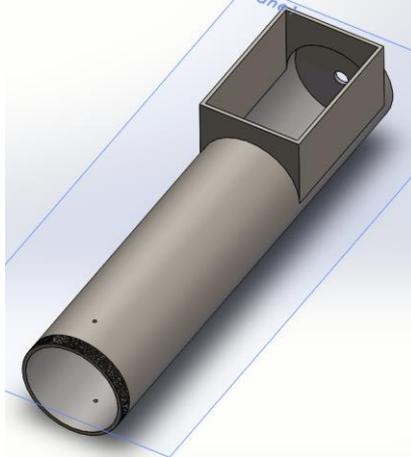


**Figura 10.** Tolva para ingreso de la mezcla

Aquí es en donde ingresara el alimento para posteriormente ser compactado y así tomar la forma del pellet, este sistema trata sobre una tolva por donde entra la materia prima donde

posteriormente ingresaran a un cilindro donde se ubica el tornillo sin fin para posteriormente ir al sistema de extrusión.

### **Cilindro**



**Figura 11.** Cilindro

El cilindro está unido a la tolva este será el encargado de tener y trasladar a la mezcla dentro con el tornillo sin fin.

### **Sistema de transmisión de potencia**

#### **Motores reductores**



**Figura 12.** Motor reductor trifásico

El sistema está compuesto por el motor unido a una reducción, este es el encargado de transmitir la potencia del motor hacia las aspas de la mezcladora, el otro motor trasmite hacia el tornillo sin fin el cual procesara la materia prima para realizar los pellets.

**Para la elección del motorreductor para la máquina se ha considerado lo siguiente:**

Lo que primero se eligió es si el motor es de AC o de DC, en este caso el motor tiene que ser

de AC ya que los motores DC son solo monofásicos y su uso es menos frecuente, en cambio en AC se pueden conectar tanto motores trifásicos como monofásicos, además de que son más rentables, resistentes, tienen un fácil mantenimiento y tienen una larga vida útil y son más baratas de reparar, comparando con los motores de DC ya que sus piezas son caras al momento de ser reemplazadas y su reparación es costosa.

De los dos motores tanto monofásico como trifásico, se eligió el trifásico ya que los motores monofásicos son más para el uso doméstico a escalas muy pequeñas por ende trabajan en redes monofásicas, otro factor es que estos motores monofásicos tienen un rendimiento y potencia inferior además de que su uso no es industrial como los trifásicos ya que estos son más potentes rápidos y a la vez eficientes para cualquier actividad y se usa en el sector industrial. El motor trifásico puede transmitir una mayor cantidad de energía ya que pueden tener una cantidad de 300KW y velocidades de 3600RPM, comparado con los monofásicos que primero su tamaño es reducido, para arrancar necesitan un condensador de arranque y su potencia es de 3KW.

Los motores trifásicos como son más utilizados en las industrias tienen una potencia mayor a la de un motor monofásico, además estos motores monofásicos son muy ruidosos y generan vibraciones comparando con los trifásicos que no generan vibraciones y son menos ruidosos, también la energía trifásica que usan los motores trifásicos es económica ya que es el más utilizado en las redes eléctricas para transmitir la energía, comparado con la red monofásica que muy rara vez se ocupa en grandes áreas, ya que este tipo de energía es más cara y no es tan confiable como la energía trifásica. Como se vio que el mejor motor son los trifásicos, el motor que se aconseja que se elija es un motorreductor trifásico de 1.50HP de 35RPM de salida para el tornillo sin fin.

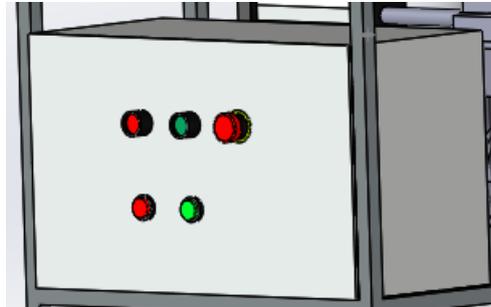
### **Elección motor paso a paso**

Este motor paso a paso será el encargado de cortar al pellet a 10 mm de longitud, una vez que salga del proceso de extrusión, el motor que se eligió es un motor paso a paso bipolar, ya que tienen un  $1.8^\circ$  cuando cambia la polaridad permitiendo así una forma de controlar de manera precisa la posición y la velocidad del avance mecánico, ya que con esto son muy útiles para la automatización, aire acondicionado, calefacción y para máquinas automáticas. Además de que tiene una precisión de  $\pm 3\%$ , también debe tener una fuerza de torque de 3N.m esto es suficiente para realizar el corte del pellet ya que solo será utilizado para ese fin. Y para poder variar la velocidad de giro se requerirá la conexión de un potenciómetro además de un driver bipolar A4988 para poder controlar al motor que ayudara a controlar la velocidad de este, con esto se logra obtener un arranque suave y preciso ya que es recomendable iniciar con una

frecuencia baja y gradualmente ir aumentándola hasta la velocidad deseada.

### **Sistema de control**

#### **Panel de control**



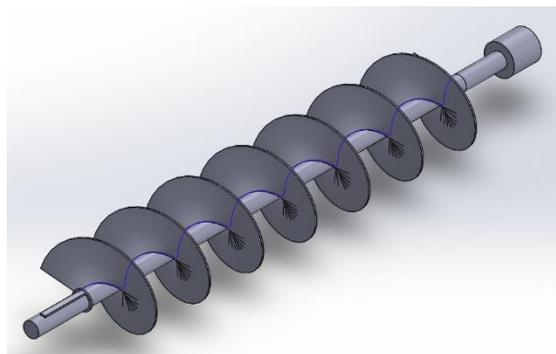
**Figura 13.** Panel de control

Este será el encargado de controlar la funcionalidad del motor, este ayudará a que encienda o se apague la máquina o a su vez en caso de emergencia detenerla. Este sistema estará compuesto por un botón de arranque, otro para detener el sistema y en caso de emergencia un paro de emergencia.

### **Sistema de extrusión**

Este será el encargado de trasladar la mezcla hacia unas cuchillas y a un disco de moler, para posteriormente ir hacia dos salidas que darán forma al pellet, esto gracias al giro que hace el tornillo sin fin.

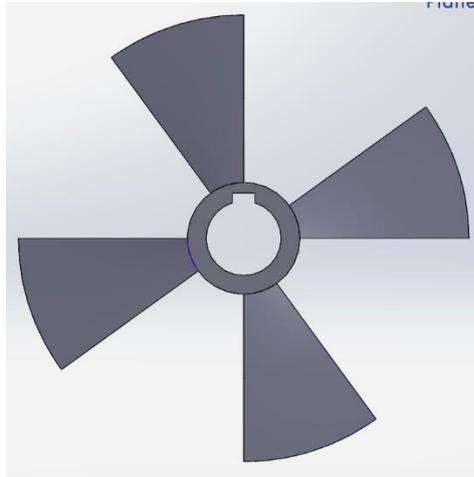
#### **Tornillo sin fin**



**Figura 14.** Tornillo sin fin

Su funcionalidad es que al momento de ingresar la mezcla por la tolva esta al momento de girar gracias al motor se encargará de llevarla hacia la cuchilla y el disco de moler para posteriormente salir con su forma de pellet.

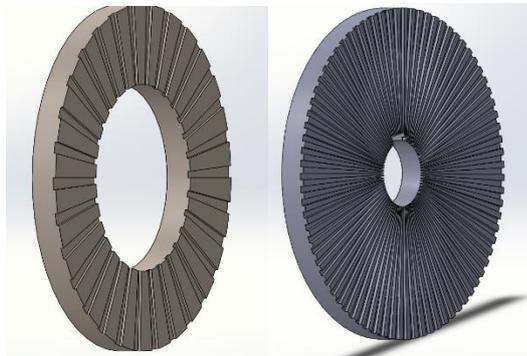
## Cuchillas



**Figura 15** Cuchillas internas

Estas cuchillas se utilizan para cortar partes de la mezcla que sean relativamente grandes para posteriormente pasaran hacia el disco de moler que ayudara a reducir las partículas y lograr compactar toda la mezcla.

## Discos de moler

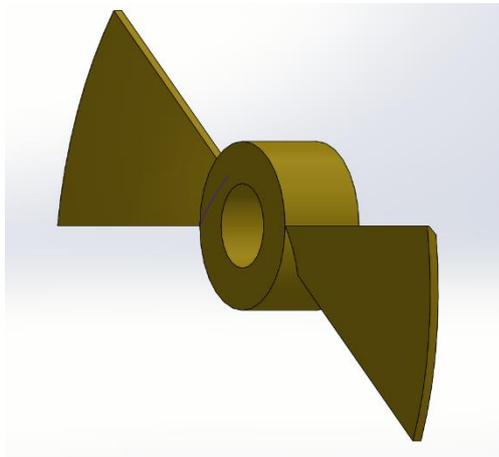


**Figura 16** Disco de moler y su acople

El disco de moler se utilizará para triturar partes de la mezcla que son aun relativamente grandes para sacar la mezcla como una pasta la cual saldrá por unos dos orificios que darán la forma del pellet.

## Sistema de corte

### Cuchillas de corte del pellet

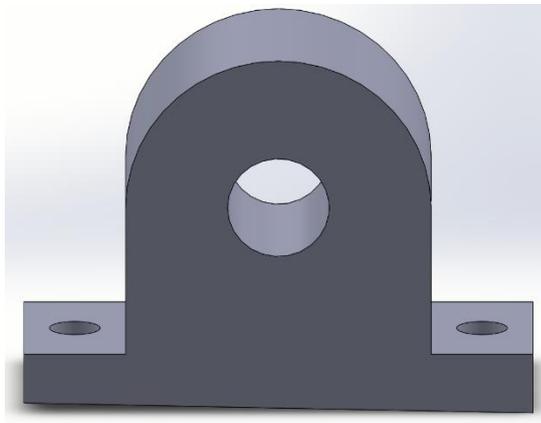


**Figura 17** Cuchillas para corte del pellet

Las cuchillas serán las encargadas de cortar al pellet al momento de que sale de las dos aberturas hechas para que salga el pellet.

## Otros

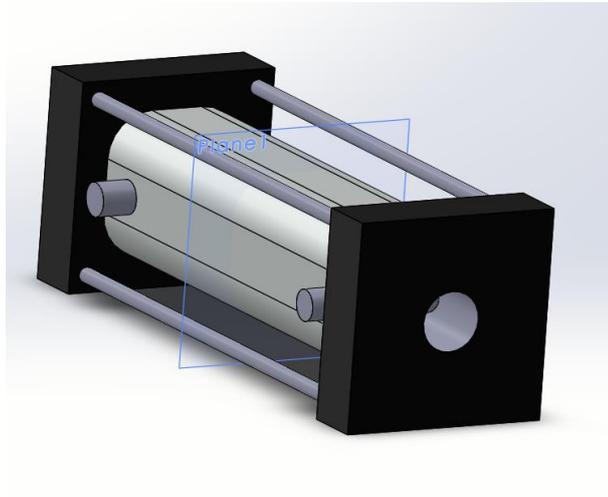
### Chumacera



**Figura 18** Chumacera

La chumacera es la encargada de tener el eje de las aspas para que pueda girar sin ninguna dificultad

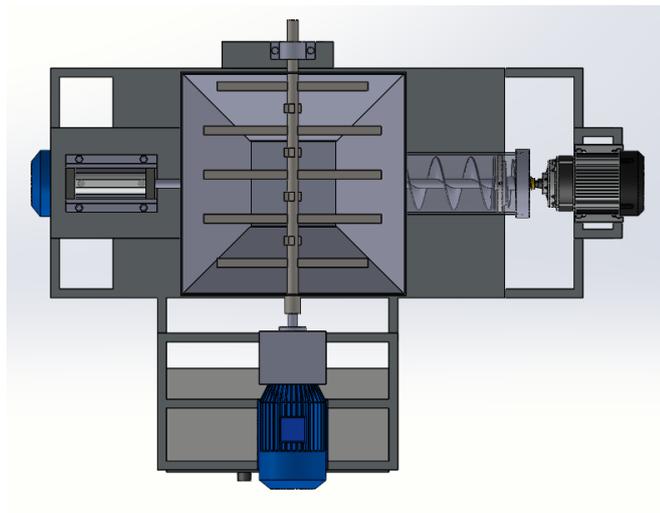
## Actuador neumático de doble efecto



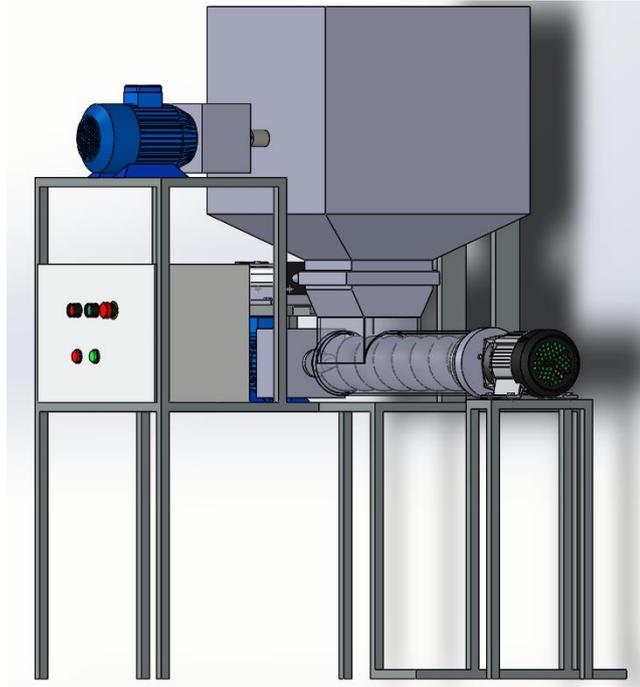
**Figura 19** Actuador neumático

El actuador es el encargado de abrir y cerrar la tapa que abre y cierra el acceso a la MP

## Diseño y estética de la máquina



**Figura 20** Diseño de la maquina vista desde arriba



**Figura 21** Diseño de la máquina peletizadora

La máquina peletizadora va a tener este diseño final donde se acoplarán todas las partes de cada sistema que se explicó que debe tener esta máquina.

### **5.3.2 Dimensionar máquinas y equipos.**

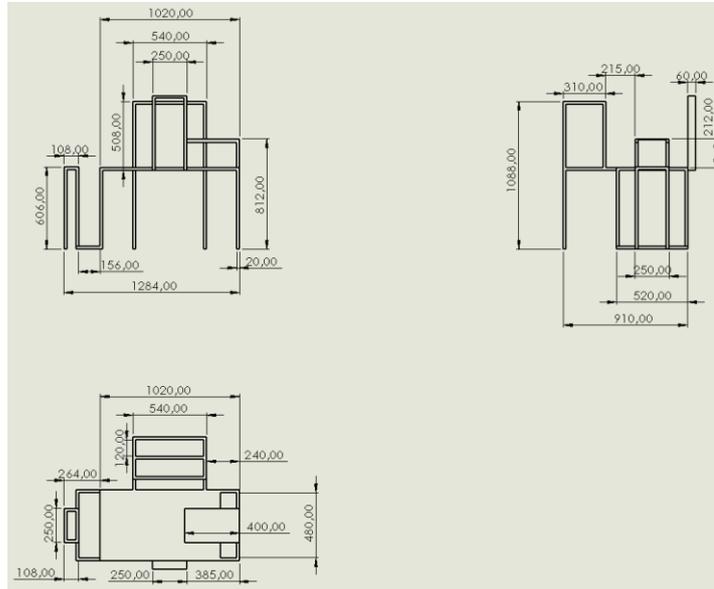
Las partes que tiene nuestra máquina se debe evaluar si en verdad se está haciendo bien o algo está mal, además nos permitirá saber el desempeño de nuestro diseño en referencia a otros que existen en el mercado. Con esta evaluación que es parte del proceso para el diseño, nos permitirá indicar sobre la efectividad de nuestro diseño. A continuación se presentara las partes de nuestra máquina.

### **Estructura**



**Figura 22** Estructura para la máquina

La estructura de nuestra máquina es sencilla ya que se compone de un tubo cuadrado de 1.1 mm de espesor, el material es barato de conseguir, solo se necesitan cuatro tubos para construir la estructura, ya que estas vienen con un tamaño de 6 metros.

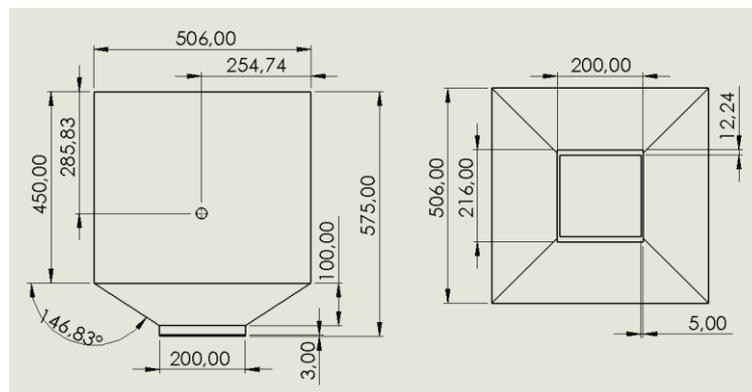


**Figura 23** Dimensiones de la estructura

Con los tubos se determinó que la estructura va a tener un alto de 1088mm ya que esto permitirá que la persona trabaje con la máquina de una manera accesible evitando que haga un esfuerzo físico en agacharse e inclinarse innecesariamente, un largo de 1284mm esto es para que soporte tanto la tolva y al cilindro que va a tener al tornillo sin fin, además del motor que se encargara del corte y un ancho de 910mm para que pueda albergar los motores reductores.

### **Tolva**

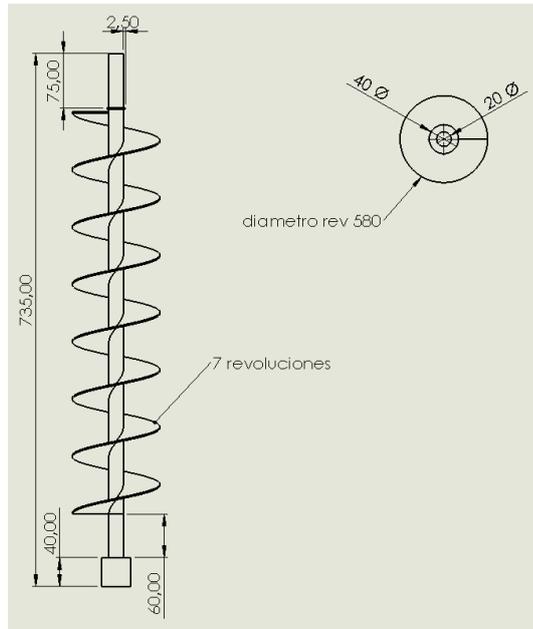
La tolva es la encargada de tener la mezcla para que luego ingrese al cilindro donde está el tornillo sin fin, esta será hecha de acero inoxidable.



**Figura 24** Planos de la Tolva

La tolva tendrá un alto total de 575mm, tendrá 200mm de largo interno por 216 de ancho interno, tendrá una inclinación de  $146.83^\circ$ , también tendrá 506mm de largo y de ancho externo, esto es para que se pueda ingresar más mezcla a la máquina. Además, tiene una perforación donde se colocará las aspas para la mezcla.

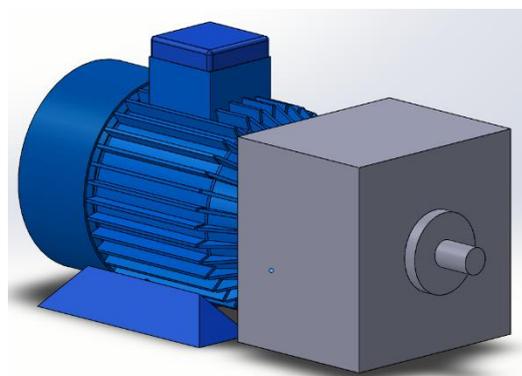
### Tornillo sin fin



**Figura 25** Plano tornillo sin fin

El tornillo sin fin es la encargada de llevar la mezcla hacia el molde que sacara los respectivos pellets, debe ser de acero inoxidable para evitar daños y evitar la corrosión. La pieza tornillo debe tener un diámetro externo de 120mm y un diámetro interno de 20mm un largo de 735mm y 7 revoluciones.

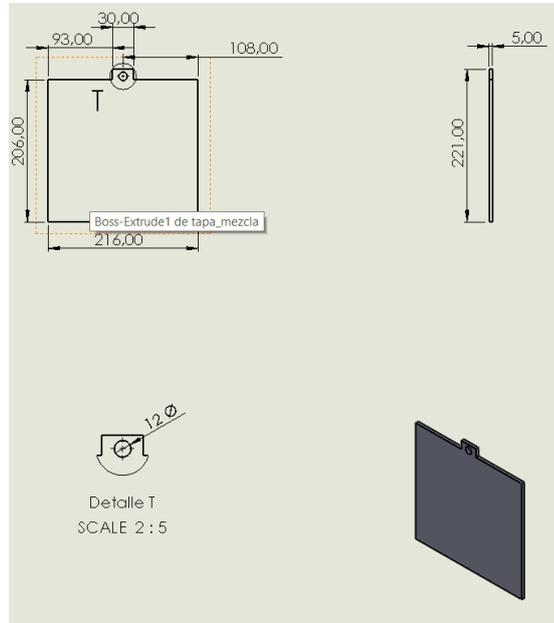
### Motor



**Figura 26** Planos motor box 90

El motor ayuda a que giren las aspas de la mezcladora y otro motor ayuda a que el tornillo sin fin gire para que pueda transportar a las cuchillas y al disco para posteriormente salir por dos orificios que sacara la forma del pellet. Los motores deben ser de 1.50HP a 35RPM.

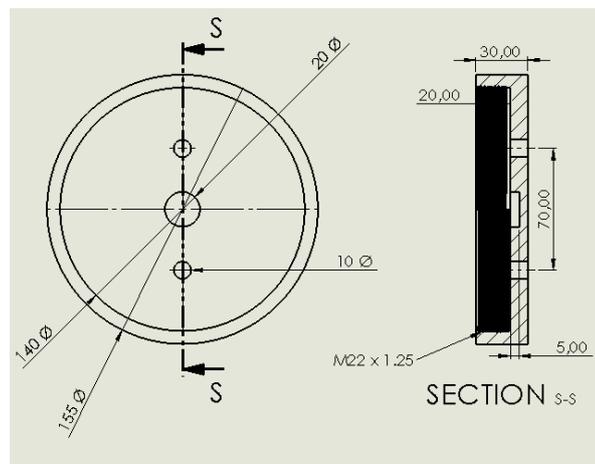
### Tapa de la mezcla



**Figura 27** Planos Tapa de la mezcla

La tapa es la encargada de abrir y cerrar el paso de la mezcla esta tendrá 206mm de largo por 216mm de ancho y un orificio donde se acoplará a un cilindro neumático que ayuda a su eventual cierre o apertura.

### Tapa para el moldeado

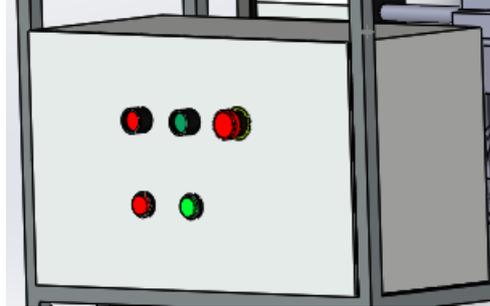


**Figura 28** Planos del Molde o reducción

La tapa del molde se encarga de dar la forma a la mezcla en un pellet, gracias al giro del tornillo sin fin, tiene un diámetro externo de 155mm y un diámetro interno de 20mm, además tiene un

ancho de 30mm, además tendrá una rosca de M22x1.25 para ajustarse en el cilindro y tendrá dos salidas para el pellet que tendrá 10mm de diámetro.

### Panel de Control

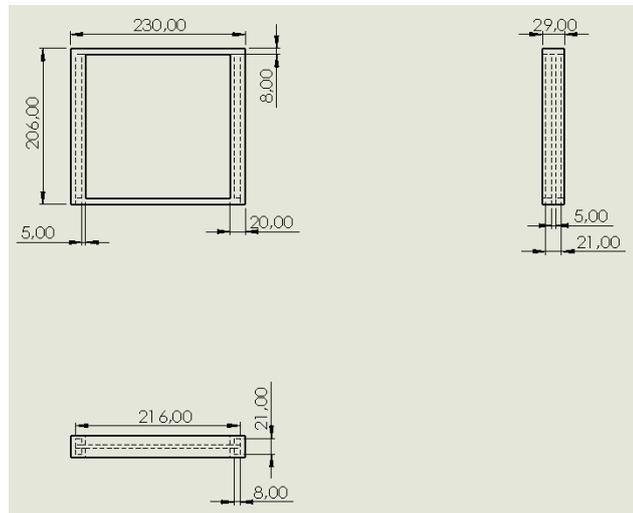


**Figura 29** Plano panel de control

El panel de control es el que albergara los pulsadores para que funcione la maquina peletizadora, este se instalara en la estructura, llevara un paro de emergencia, un pulsador para iniciar el sistema y otro para detenerlo. Esto se debe comprar no fabricar.

Para el control de la máquina se realizó unos diagramas para entender cómo va a funcionar la máquina para crear los pellets. Desde el proceso inicial hasta el proceso final.

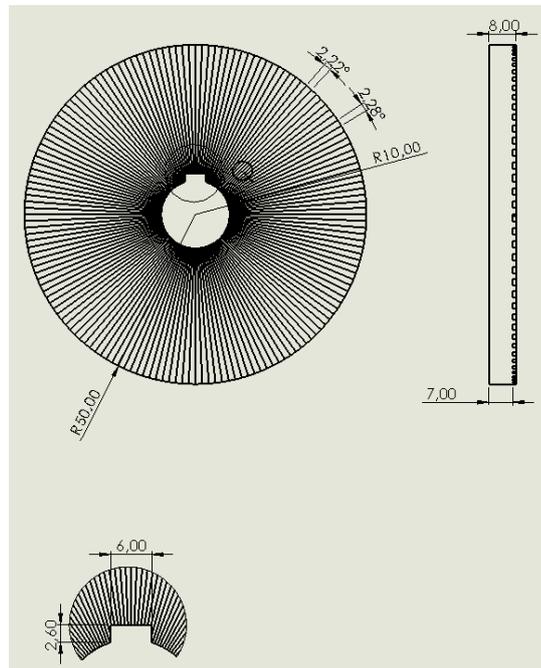
### Riel de la tapa



**Figura 30** Planos del riel de la tapa

El riel de la tapa sirve como soporte para la tapa que abre y cierra el paso de la mezcla. El riel tendrá 230mm de largo por 206mm de ancho además de un grosor de 29mm, y una abertura de 5mm para que pueda ingresar la tapa.

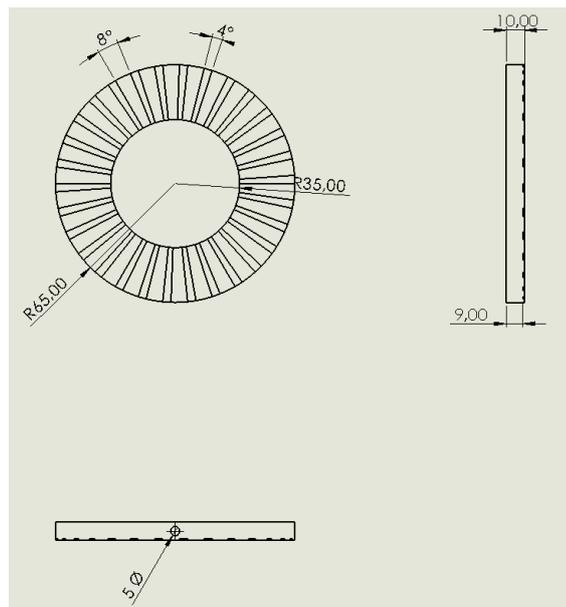
## Disco de moler acople



**Figura 31** Planos acople disco de moler

El disco de moler servirá para poder triturar partes de la mezcla que tengan un gran tamaño. El acople del disco de moler tendrá un grosor de 8mm y un diámetro externo de 100mm y un diámetro interno de 20mm, y para que se pueda acoplar tendrá un chavetero para su ajuste.

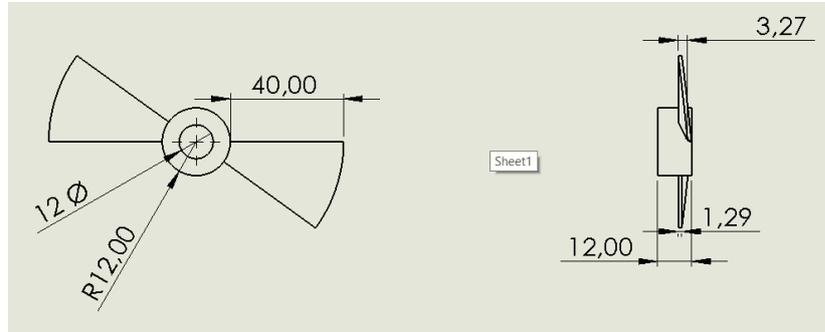
## Disco de moler



**Figura 32** Planos disco de moler

El disco de moler tendrá un diámetro externo de 130mm y un diámetro interno de 70mm, su grosor es de 10mm y tendrá un orificio superior de 5mm de diámetro para su acople.

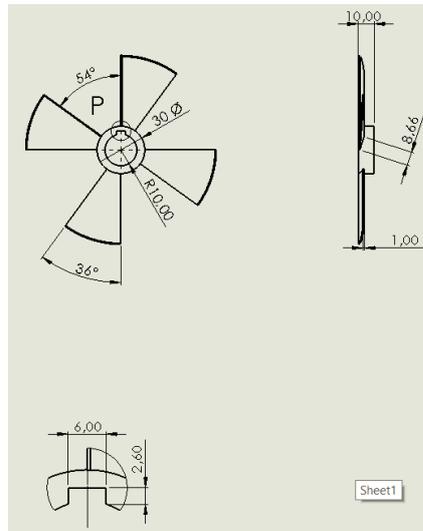
### Cuchilla doble



**Figura 33** Planos cuchilla doble

Las cuchillas que se encargan del corte del pellet tendrá un diámetro externo de 24mm y un diámetro interno de 12mm, además de tener 12mm de ancho, las cuchillas son de 1.29mm con una inclinación de 3.27mm para el corte.

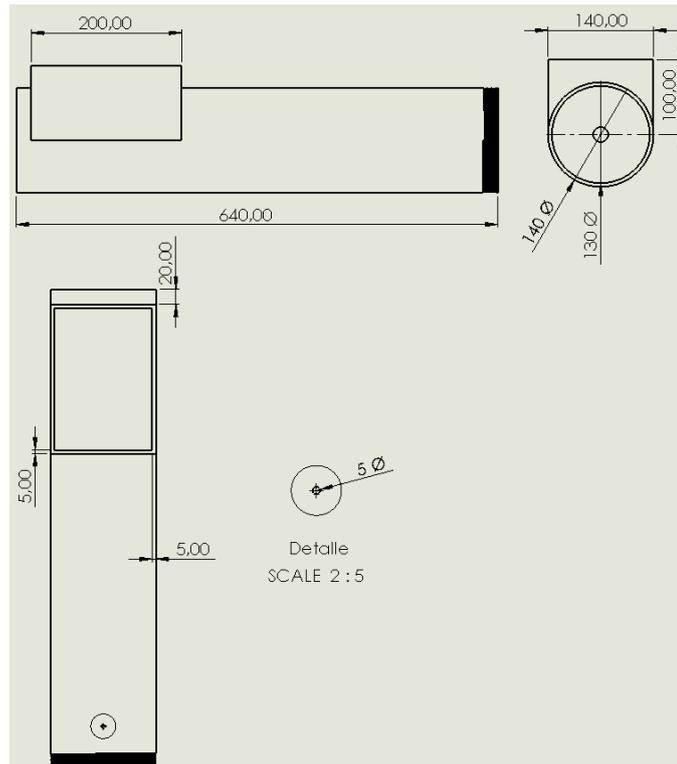
### Cuchillas internas



**Figura 34** Planos cuchillas internas

Las cuchillas internas se encargan del corte de pedazos grandes de la mezcla. Tiene un diámetro externo de 30mm y un diámetro interno de 20mm, cada cuchilla tendrá una separación de 54° y cada cuchilla debe tener 36°, la cuchilla tiene 1mm de espesor su chavetero tendrá un alto de 2.6mm y un largo de 6mm.

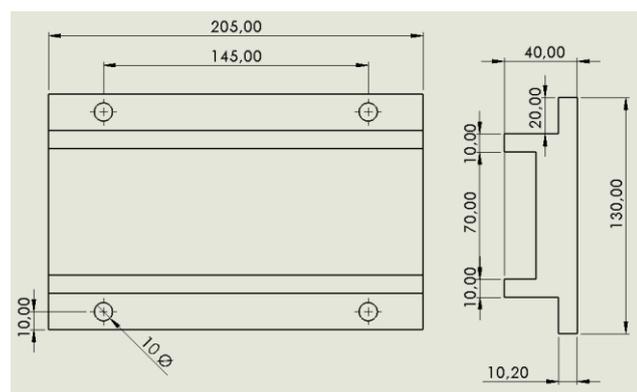
### Cilindro exterior



**Figura 35** Planos cilindro exterior

El cilindro exterior encargado de tener a la mezcla y al tornillo sin fin. Su diámetro exterior es de 140mm y tendrá un espesor de 10mm, tiene un largo de 640mm, la parte de la entrada para el ingreso de la mezcla tiene un largo de 200mm y un ancho de 140mm, además en el cilindro tendrá un orificio de 5mm de diámetro donde se acoplará el disco de moler.

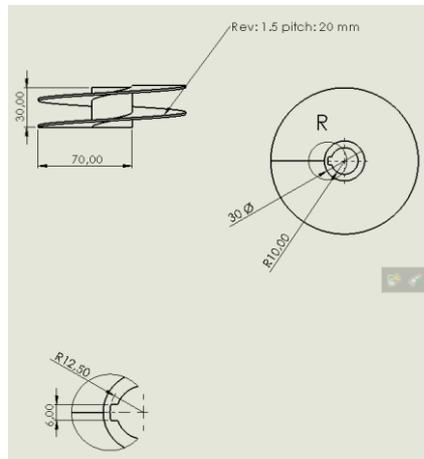
### Base pistón



**Figura 36** Planos base pistón

Esta base se encarga de tener al pistón que se encargara de abrir y cerrar la tapa del ingreso de la mezcla. Tendrá un largo de 205mm y un ancho de 130mm, además de tener cuatro perforaciones de 10mm de diámetro para el ajuste del pistón.

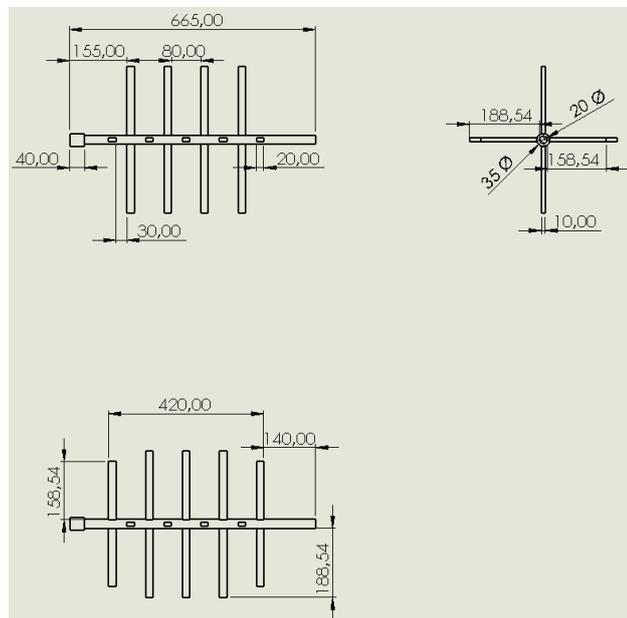
## Aspas salida



**Figura 37** Planos aspas salida

Estas aspas serán las encargadas de sacar la mezcla de las dos perforaciones que darán forma al pellet. Tendrá un diámetro exterior de 30mm y un diámetro interno de 20mm, además de un chivetero de 6mm de largo por 2.50mm de alto.

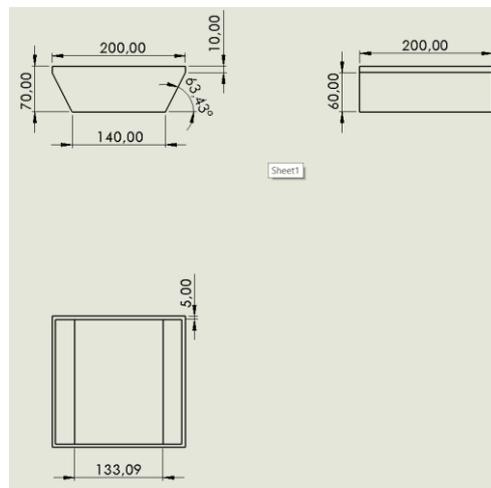
## Aspas de la mezcladora



**Figura 38** Planos aspas de la mezcladora

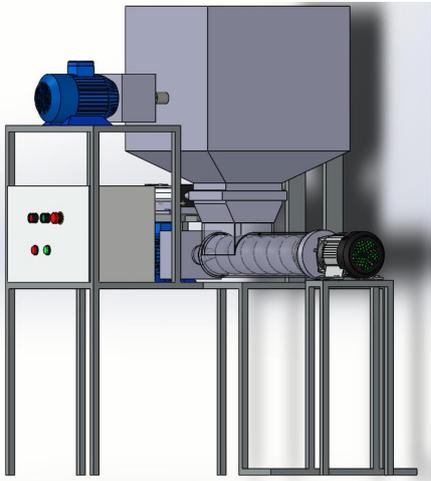
Estas aspas son las encargadas de mezclar dentro de la tolva. Tiene 665mm de largo, una parte del cilindro tendrá un diámetro de 35mm para el ajuste con el motor y un diámetro de 20mm para las aspas, cada aspa tendrá un espesor de 10mm y una separación de 80mm.

## Base acople cilindro



**Figura 39** Planos base acople cilindro

Esta base es la encargada de unir la tolva y el riel con el cilindro que contiene el tornillo sin fin. Tendrá 200mm de largo por 216mm de ancho en la parte superior para la unión del riel con la tolva y 140mm de largo por 133.09mm de longitud para la unión con el cilindro y un alto de 60mm, además de una inclinación de  $63.43^\circ$ .

FICHA TÉCNICA DE LA MÁQUINA				 Universidad Técnica de Cotopaxi			
<b>REALIZADO POR:</b>		Castro-Tarco		<b>Fecha:</b>		07/07/2021	
<b>MÁQUINA-EQUIPO</b>		Peletizadora		<b>UBICACIÓN</b>		N/A	
<b>FABRICANTE</b>		Propio		<b>SECCIÓN</b>		Extrusión	
<b>MODELO</b>		PL-001					
<b>MARCA</b>		N/A					
CARACTERISTICAS GENERALES							
<b>PESO</b>	N/A	<b>ALTURA</b>	1920 mm	<b>ANCHO</b>	1400 mm	<b>LARGO</b>	1400 mm
CARACTERISTICAS TÉCNICAS				FOTO DE LA MÁQUINA-EQUIPO			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producción de la máquina de hasta 270 Kg/h</li> <li>• Motor reductor de 1.50 HP acoplado al tornillo sin fin.</li> <li>• Motor reductor de 1.50 HP conectado a la mezcladora</li> <li>• Presentación base móvil</li> <li>• Fuerza motriz electricidad</li> <li>• Estructura de acero A36</li> <li>• Diámetro del tornillo de 580mm</li> <li>• Chumacera usada para soportar eje de las aspas de la mezcladora.</li> <li>• Diámetro de salida del pellet de 10mm</li> </ul>							
<b>FUNCIÓN</b> Diseñada para peletizar la mezcla que ingresa por la tolva en donde entrara primero a una mezcladora, luego pasara al tornillo sin fin que llevara a la cuchilla y al disco de moler para su extrusión donde gracias a la compresión que se genera saldrá con su forma y consistencia, y al final habrá unas cuchillas que se encargaran del corte del pellet.							

### 5.3.2.1. Análisis del acero para la construcción de la máquina.

Para el análisis se eligió dos tipos de aceros comerciales el acero ASTM A36 y el acero inoxidable AISI-304.

Para su análisis se va a comparar la composición que tiene cada uno de estos aceros, con los valores máximos que debe tener cada uno de estos materiales.

**Tabla 22** Comparación entre el acero A36 y el AISI-304

<b>Composición</b>	<b>AISI-304</b>	<b>A36</b>
Carbono	0.08% máx.	0.25-0.29%
Manganeso	2.00% máx.	0.60-1.20%
Fósforo	0.045% máx.	0.04% máx.
Sulfuro	0.030% máx.	0.05% máx
Silicio	1.00% máx.	0.15-0.40%
Cromo	18-20%	N/A
Níquel	8-10.50%	N/A

**Fuente:** Elaborado por el Autor

De acuerdo a la tabla nos dice que el acero 304 posee propiedades inoxidables ya que posee Cr y Ni en comparación con el otro acero ASTM A36 donde no posee estos dos elementos. Haciendo que el acero A36 sea susceptible a oxidarse con mayor facilidad en la intemperie, comparado al otro que tiene una gran resistencia a la oxidación

### 5.3.2.2. Selección del material para su construcción.

El acero que se estableció para la construcción de ciertas partes de esta máquina es el acero 304, ya que posee propiedades inoxidables que le hacen resistente a la corrosión, posee un 16 a un 24% de Cr, y 35% de Ni y pequeñas cantidades de carbón y manganeso, pero el más común es el acero 304 18/8 (18% Cr, 8% Ni) este material además es fácil de desinfectar. Se usa para tanques de almacenamiento, ollas y sartenes, electrodomésticos y equipos de producción alimentaria. Gracias a este último uso es que se decidió usar este material, además de las características que posee.

### 5.3.2.3. Material usado para cada parte de la maquina

La máquina usara para cada parte un material diferente a continuación se especifica que materiales se utilizara para su construcción. El primer material más importante para fabricar cada parte de la maquina es el acero AISI-304 ya que este acero ayuda a que la MP no se mezcle

con las impurezas que produciría otro material ya que estas partes de la máquina siempre van a estar en contacto con la MP ya que si se construye con un acero que no tiene resistencia a la corrosión pueden contaminar a la MP, haciendo que estos sean tóxicos para la salud de los animales que lo consuman. A continuación, se mostrará un listado de todas las partes que tienen que ser construidos con el acero AISI-304.

- Tolva
- Aspas
- Tapa
- Riel de la tapa
- Acople tolva-cilindro
- Cilindro
- Tornillo sin fin
- Disco de moler con acople
- Aspas salida
- Cuchilla doble
- Cuchilla interna
- Tapa frontal

El siguiente material usado para la construcción de las demás partes de la máquina es el acero ASTM A36, esto hace que sea duradero y resistente además de que su uso es para la fabricación de estructuras. A continuación, se detalla las partes que serán construidas con este material.

- Estructura
- Base actuador

Para fijar partes de la maquina como los motores, la chumacera y el actuador se utilizó el acero M10 para los pernos.

La chumacera que se utiliza para el giro de las aspas de la mezcladora es de acero inoxidable AISI 420.

#### **5.3.2.4. Costos estimados de los materiales para la construcción de la peletizadora**

Se hará una estimación de cuánto costaría fabricar la máquina peletizadora, de acuerdo a los materiales que se ocupará para su ensamble.

**Tabla 23** Tabla de precios

<b>Unidad</b>	<b>Materiales</b>	<b>Acero usado</b>	<b>Precio total \$</b>
3	Tubo rectangular	ASTM A36	\$36
1	Cilindro L=640mm D=140mm	AISI 304	\$50
1	Matriz	AISI 304	\$18
1	Chumacera	AISI 420	\$5
1	Paro de emergencia	N/A	\$5
2	Pulsador de encendido y apagado	N/A	\$8
2	Luces piloto (verde, rojo)	N/A	\$4
1	Tolva	AISI 304	\$30
2	Motorreductor 1.50HP a 35RPM	N/A	\$580
1	Motor paso a paso	N/A	\$47.20
1	Base Actuador Hidráulico	ASTM A36	\$7
1	Actuador Hidráulico	N/A	\$61
1	PLC logo Siemens 230RC	N/A	\$160
1	Panel de Control	N/A	\$38
1	Riel	AISI 304	\$13
1	Tapa Mezcla	AISI 304	\$5
1	Disco de Moler con acople	AISI 304	\$15
1	Cuchillas internas	AISI 304	\$9
1	Tornillo sin fin	AISI 304	\$73
1	Cuchillas externas	AISI 304	\$7
1	Acople Cilindro Tolva	AISI 304	\$16
4	Perno Hexagonal M10x50mm	M10	\$4.90
1	Aspas	AISI 304	\$48
	Mano de Obra	N/A	\$360
	Total		\$1600.10

**Fuente:** Elaborado por el Autor

Concluyendo, el valor de la máquina para su construcción es de 1600.10 dólares americanos, este valor va de acuerdo al precio de los materiales que se encuentran en el mercado, sin embargo se logra obtener un costo menor comparado al de otras máquinas existentes en el mercado, como por ejemplo precios de máquinas que elaboran productos similares como: peletizadora de balanceado MKFD200C con un valor de 3345 \$, peletizadora MKFD150B con un valor 2236 \$ y la peletizadora AF150P con un valor de 2243 \$, considerando el tamaño y características similares.

### 5.3.3 Realizar los cálculos funcionales de las máquinas y equipos

#### Datos materia prima

Densidad del alimento del cuy y conejo que debe tener:  $600-650 \frac{kg}{m^3}$

$M = N^{\circ} \text{animales} * \text{consumo diario}$

$M = 200 * 450 \text{gr} = 90000 \text{gr} = 90 \text{ kg}$

#### Calculo para el sistema de alimentación

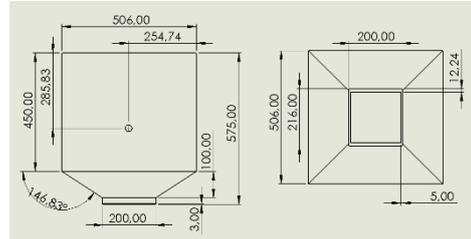
##### Volumen de entrada de material en la tolva.

#### Datos

$a = 0,56\text{m}$        $a'' = 0.2\text{m}$

$b = 0.506 \text{ m}$        $b'' = 0.216\text{m}$

$c = 0.45\text{m}$



Donde A1 y A2 son áreas de mayor y menor de las bases del tronco de pirámide:

$$A1 = a * b = 0.56\text{m} * 0.506\text{m} = 0.26 \text{ m}^2$$

$$A2 = a'' * b'' = 0.2\text{m} * 0.216\text{m} = 0.0432\text{m}^2$$

$$V_{tolva} = a * b * c + \frac{1}{3} [h(A1 + A2 + \sqrt{A1 * A2})] \quad (5)$$

$$V_{tolva} = 0.56 * 0.506 * 0.45 + \frac{1}{3} [0.1 (0.26\text{m}^2 + 0.0432\text{m}^2 + \sqrt{0.26\text{m}^2 * 0.0432\text{m}^2})]$$

$$V_{tolva} = 0.142\text{m}^3$$

#### CAPACIDAD DE LA TOLVA

$$V_{tolva} = 0.142\text{m}^3$$

### Densidad requerida de la materia prima para el proceso.

Tabla 24 Parámetros para el pellet

TIPO GANADO	Largo (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Humedad (%)
Aves	4-8	4	0.005	650-700	<10
Vacas	10-15	8	0.008	700-750	<15
Cerdos	5-10	6	0.008	700-750	<15
Conejos	5-10	5	0.009	600-650	<8

Fuente: Albán y Arias 2019

### Cálculo de la masa que ingresara en la tolva.

$$d = \frac{m}{v} \quad (6)$$

$$m = d * v \quad (7)$$

$$m = 650 \frac{kg}{m^3} * 0.142m^3$$

$$m = 92.3 kg$$

Con las dimensiones de la tolva diseñada se obtiene un volumen de **0.142m<sup>3</sup>** lo que nos equivale a una masa de **92,3 kg**, en donde se cumple con lo requerido de **90 kg** de la mezcla que ingresara a la tolva en donde será procesado hasta obtener el producto final.

### Volumen del cilindro

Para calcular el volumen del cilindro hemos utilizado la siguiente fórmula:

Datos:

r= Radio del cilindro     r= 0.065 m

l= longitud del cilindro     l=0.64 m

$$V = \pi * r^2 * l \quad (8)$$

$$V = \pi * 0.065^2 * 0.64$$

$$V = 0.00849 \text{ m}^3$$

### Área del cilindro

Datos

$$\lambda = \text{Coeficiente de relleno de la sección} \quad \lambda = 0.32$$

$$S = \text{Área de relleno} \quad S = ?$$

$$D = \text{Diámetro del cilindro} \quad D = 0.13$$

$$S = \lambda * \frac{\pi * D^2}{4} \quad (9)$$

$$S = 0.32 * \frac{\pi * 0.13^2}{4}$$

$$S = 0.00424 \text{ m}^2$$

### Capacidad en kg del cilindro.

Datos

$$d = \text{Densidad materia prima} \quad d = 650 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} *$$

$$v = \text{volumen del cilindro} \quad v = 0.00849 \text{ m}^3$$

$$m = ?$$

$$m = d * v$$

$$m = 650 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0.00849 \text{ m}^3$$

$$m = 5.51 \text{ kg}$$

### Torque del motor de mezcla y del tornillo sin fin.

Datos

$$T = \text{torque} \quad T = ?$$

$$Hp = \text{potencia del motor} \quad Hp = 1.5$$

$$\text{RPM} = \text{revoluciones por min} \quad \text{RPM} = 35$$

$$T = \frac{Hp * 716}{rpm} \quad (10)$$

$$T = \frac{1.5 * 716}{35}$$

$$T = 30.68kg.m$$

### Velocidad de desplazamiento del tornillo sin fin

Datos

p= longitud del helicoidal      p= 0.12 m

n= velocidad de giro (rpm)      n=111 rpm

$$Velocidad\ desplazamiento = \frac{p * n}{60} \quad (11)$$

$$Velocidad\ desplazamiento = \frac{0.12 * 35}{60}$$

$$Velocidad\ desplazamiento = 0.07 \frac{m}{s}$$

### Flujo de material

Q=Flujo de material      Q=?

S= área de relleno      S=0.00424m<sup>2</sup>

v= velocidad desplazamiento      v= 0.07  $\frac{m}{s}$

p= densidad del material      p= 650  $\frac{kg}{m^3}$

i= coeficiente de disminución de flujo      i=1

$$Q = 3600 * S * v * p * i \quad (12)$$

$$Q = 3600seg * 0.00424m^2 * 0.07 \frac{m}{s} * 650 \frac{kg}{m^3} * 1$$

$$Q = 694 \frac{kg}{1hora}$$

### Tiempo de Producción carga de la tolva.

Datos

Carg max= 90 kg

t=?

Producción kg/h=  $694 \frac{kg}{1h}$

Tiempo de mezcla= 10 min

$$t = \frac{90kg * 1h}{694kg/h} + \text{tiempo de mezcla} \quad (13)$$

$$t = \frac{90kg * 1h}{694 \frac{kg}{h}} + 0.167$$

$$t = 0.297 h \approx 18 \text{ min}$$

La máquina en producir los 90 kg de capacidad de la tolva sumando los 10 minutos que requiere la mezcla para que cumpla con la homogenización correspondiente, nos da como resultado de 0.297h que equivale a 18 minutos.

### Número de cargas a producir

Datos

1 carga = 90kg

Tiempo en producir una carga= 18 min

Cargas/hora=?

$$t = \frac{h}{\text{tiempo en producir carga}} \quad (14)$$

$$\text{Total de cargas} = \frac{60min}{18min}$$

$$\text{Total de cargas} = 3.33 \approx 3 \frac{\text{cargas}}{\text{hora}}$$

$$\text{masa total} = \text{total cargas} * \text{carga}$$

( 15)

$$\text{Masa total} = 3 \frac{\text{cargas}}{\text{hora}} * \frac{90\text{kg}}{1 \text{ carga}}$$

$$\text{Masa total} = 270 \text{ kg/hora}$$

La máquina en una hora puede producir 3 cargas de 90 kg que equivalen a una capacidad de 270 kg/hora.

### Característica pellet

- Volumen del pellet

Datos

$$r = 0.05\text{m}$$

$$L = 0.01\text{m}$$

Volumen=?

$$V = \pi * r^2 * l$$

$$V = \pi * 0.05^2 * 0.01$$

$$V = 0.0000785\text{m}^3 \text{pellet}$$

- Masa del pellet

Datos

m=?

$$\text{densidad pellet} = 650 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{volumen pellet} = 0.0000785\text{m}^3$$

$$m = d * v$$

$$m = 650 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0.0000785\text{m}^3$$

$$m = 0.051\text{kg} \approx 51\text{gramos}$$

### Número de pellets por carga

m1= capacidad de la tolva

m1=90 kg

m2= masa por unidad de pellet      m2=0.051kg

Nºpellets=?

$$N^{\circ}pellets = \frac{m1}{m2} \quad (16)$$

$$N^{\circ}pellets = \frac{90kg}{0.051kg}$$

$$N^{\circ}pellets = 1764$$

### Producción de pellets/hora

1 carga= 1764 pellet

Nº cargas/hora=3

Nºpellets/hora=?

$$N^{\circ} \frac{pellets}{hora} = N^{\circ}pellets * N^{\circ} \frac{cargas}{hora} \quad (17)$$

$$N^{\circ} \frac{pellets}{hora} = 1764 * 3 = 5292$$

### Capacidad efectiva de cargas a producir.

$$Cpmax = \frac{N^{\circ}cargas}{hora} * 8horas \quad (18)$$

$$Cpmax = 3 \frac{cargas}{hora} * 8horas$$

$$Cpmax = 24 \frac{cargas}{Día}$$

$$Cpmax = 24 \frac{cargas}{Día} * \frac{30 dias}{1 mes}$$

$$Cpmax = 720 \frac{cargas}{mes}$$

### Capacidad efectiva de las cargas.

$$Cpmax = masa total * 8horas \quad (19)$$

$$Cp = 270 \frac{kg}{hora} * 8horas$$

$$Cpmax = 2160 \frac{kg}{Día}$$

$$Cp = 2160 \frac{kg}{Día} * \frac{30 dias}{1 mes}$$

$$Cp = 64800 \frac{kg}{Mes}$$

### Capacidad real.

Para la eficiencia considerando tiempos improductivos hemos estimado en un 90%.

$$Capacidad\ real = Cp * eficiencia$$

( 20)

$$Capacidad\ real = 64800 \frac{kg}{mes} * 0.90$$

$$Capacidad\ real = 58320 \frac{kg}{mes}$$

### Productividad

$$Productividad$$

( 21)

$$= Eficiencia * Calidad$$

$$Productividad = \frac{Tiempo\ Real}{Tiempo\ Disponible} * \frac{Unidades\ Producidas}{Unidades\ Planificadas}$$

$$Productividad = \frac{7,4}{8/horas} * \frac{58320}{64800}$$

$$Productividad = 83 \%$$

## Análisis De Costos

**Tabla 25** Análisis de costos de los insumos

					Racion kg			
					90			
INSUMO	PROTEINA %	%		PARTES	%PARTICIPACIÓN	APORTE PC	INSUMO/KG	\$/sumos
Alfalfa Deshidratada	15,99	0,16	P 18 %	42	48,33	7,73	43,49	4,35
MAÍZ CHALA	3,2	0,03		28,1	32,33	1,03	29,10	2,91
SOYA	46,1	0,46		14,8	17,03	7,85	15,33	7,66
HARINA DE PESCADO	60	0,60		2,01	2,31	1,39	2,08	3,12
				86,91	100,00	18,00	90,00	18,04

Fuente: Elaborado por el Autor

### Costo del balanceado para cuyes y conejos en Ecuador.

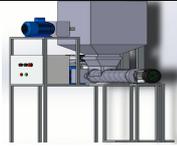
Según el ministerio de agricultura y ganadería en Ecuador, el costo estándar de 90 libras equivalente a 40,8 kg de balanceado para cuyes y conejos tiene un valor de 24,50 \$ y el saco de 40 kg en BIOMENTOS con un valor de \$ 21, en donde se recurre a sacar un promedio de los dos precios.

Costos materiales directos

Costo total materia prima en producir una carga de 90kg es de \$ 18,04.

Conservantes, sacos u otros que se requiera en la producción, es de un valor estimado de \$ 4.

**Tabla 26** Costos de los equipos requeridos en el proceso

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICA	COSTO UNITARIO	TOTAL
Balanza Plataforma Electrónica 100 Kg Jontex		\$ 60,00	\$ 60,00
Máquina Comprensora Peletizadora		\$ 1600,1	\$ 1600,10
Bebederos y comederos		\$ 50,00	\$ 50,00
Total			\$ 1710,1

Fuente: Elaborado por el Autor

**Tabla 27** Costos de insumos básicos por carga.

Servicios	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo total
Energía	2,22	Kw-h	0,15	\$ 0,33
Agua	0,5	M3	0,2	\$ 0,1
Total				\$ 0,43

Fuente: Hecho por el Autor

**Tabla 28** Mano de Obra

Personal	*Sueldo	\$Costo/día	Horas laborables	\$ Costo total
1	400	15	8	15

Fuente: Elaborado por el Autor

### Costos En Producir Una Carga (Cpc) De 90 Kg.

Datos (\$)

CB: Costo del balanceado 40 kg                      CB= 22,75

CMD: Costo materiales directos                      CIC= 22,04

CTIB: Costo total de insumos básicos              CTIB= 0,43

Cp: Costo del personal                                      Cp= 15

$$CPC = CMD + CTIB + Cp$$

( 22)

$$CPC = 22,04 + 0,43 + 15$$

$$CPC = 37,47$$

El costo de producción de una carga de 90kg es de \$ 37,47

Realizando un análisis del balanceado de 90 kg tendría un costo de 51,28 \$ según los precios establecidos en el mercado.

Para calcular la ganancia del balanceado producido con la máquina y comparando con el precio de mercado se realiza la diferencia costo de producción de una carga con el costo de lo que me cuesta en el mercado el balanceado.

$$Ganancia\ obtenida = Costo\ mercado\ una\ carga - costo\ de\ producción\ de\ una\ carga$$

( 23)

$$Ganancia\ obtenida = 51,28 - 37,47$$

$$Ganancia\ obtenida = 13,81/día$$

$$Ganancia\ obtenida = \frac{13,81}{día} * \frac{30\ días}{1mes} = 414,3/mes$$

$$Ganancia\ obtenida = \frac{414,3}{mes} * \frac{12\ meses}{anual} = 4971,6/anual$$

La ganancia obtenida gracias a la elaboración de la máquina es de \$ 13,81 diarios, \$ 414,3 mensualmente y \$ 4971,6 anualmente en la producción de 200 cuyes con 90 kg de abastecimiento de balanceado.

### **Calcular el periodo de recuperación de la inversión**

#### **Formula**

Período de recuperación de la inversión = Inversión inicial / Flujo de efectivo por mes. ( 24)

$$Período\ de\ recuperación\ de\ la\ inversión = \frac{1710,1}{414,3/mes}$$

$$Período\ de\ recuperación\ de\ la\ inversión = 4,12\ meses$$

## **5.4 Actividades del objetivo 4**

### **5.4.1 Analizar los programas de simulación para la aplicación en la máquina**

Hoy en día existen muchos softwares creados para modelar y simular cualquier cosa ya sea una pieza mecánica como máquinas complejas en 3D, estas aplicaciones fueron desarrolladas para ligarse a la industria que necesitan desarrollar mecanismos que tienen cierta complejidad. Por eso se analizará los diferentes softwares que existen y ver de cada uno las ventajas que tienen, como facilidad de diseño y edición como la simulación.

#### **SolidWorks**



**Figura 40** Logo de SolidWorks

El software está especializado para el modelado en 2D y 3D, tiene una interfaz fácil de entender, permite que sus diseños tengan una gran calidad, permite también trabajar de manera paralela y ya no de manera secuencial, además ayuda en la creación de cualquier pieza o máquina con un dimensionamiento preciso y de una manera más eficiente, permitiendo diseñar desde cero, ayuda a simular lo que se crea como partes mecánicas de una manera eficaz, logrando así

garantizar el mejor diseño posible, la parte negativa es que su licencia tiene un costo elevado, toma mucho tiempo modelar cuando es muy complejo el diseño.

### **TinkerCAD**



**Figura 41** Logo de TinkerCAD

Este software es libre, no toca pagar nada además de que ayuda a crear muchos modelos 3D con cierta complejidad con mucha facilidad de manera online, su interfaz es fácil de entender ofrece también una gran libertad en el modelado, este software ayuda mucho a los principiantes, permite crear una simulación para poder verificar como podrían funcionar los componentes creados en este software en la vida real. Aquí se puede modificar y duplicar de una manera fácil los modelos que se creen, el inconveniente es que se necesita una conexión constante a internet, además se debe tener una cuenta para poder ocupar este programa y le hacen falta muchas herramientas avanzadas.

### **Fusión 360°**



**Figura 42** Logo de Fusión 360°

El software ayuda en el modelado 3D además de la impresión 3D, es mucho más fácil su uso que AutoCAD, además permite crear modelos 3D ya sean mecánicos o técnicos de manera flexible, este software ayuda a hacer varios modelados como el paramétrico, directo, forma libre, de malla. Ayuda a crear un diseño generativo, además incluye lo que más importa la simulación, esto nos permitirá comprobar si el modelado que se intenta simular funcionara en alguna aplicación de la vida real. Pero el precio de su licencia igualmente es un poco elevado

## CATIA



**Figura 43** Logo de CATIA

Este programa ayuda en el diseño industrial y modelado avanzado en 3D de gran calidad y al análisis de productos, tiene variadas funcionalidades, permitiendo así el diseño, análisis, presentación y la simulación. Gracias a estas funcionalidades se puede fabricar el modelo, en esta aplicación se pueden hacer varios diseños como el mecánico, industrial, diseño de equipos y varios más, eso es ideal para diseñar ensamblajes, superficies, sólidos y varias más. Lo malo es que su precio es muy elevado comparado a otros y se debe tener un dominio del idioma inglés ya que no tiene el español.

## Inventor



**Figura 44** Logo de INVENTOR

Inventor es un software de una alta calidad profesional en el proceso de creación de modelos avanzados en 3D, además ayuda en la simulación de estos modelos que tiene cierta complejidad para así perfeccionar el producto que se quiera hacer y poder documentarlo para la vida real, este software puede trabajar de manera eficiente permitiendo reconfiguraciones de los ensamblajes, permite el modelado paramétrico con esto se evita procesos complejos, pero el precio del software es muy elevado para su adquisición

### **5.4.2 Identificar el programa más adecuado para la simulación del uso de la máquina**

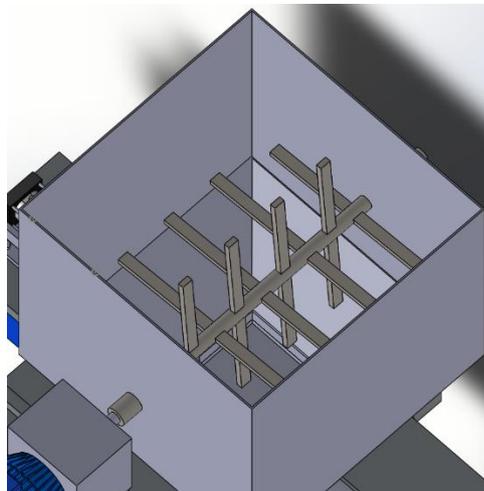
De acuerdo al análisis de los diferentes softwares, tomamos en cuenta la facilidad de uso, la complejidad que llevaría además de la accesibilidad que nos daría para realizar el modelo 3D que intentamos diseñar como es la máquina para la realización de pellets. En este caso los softwares que analizamos y decidimos que son los mejores para crear los planos y diseño para

la simulación de la máquina es SOLIDWORKS, ya que SOLIDWORKS es una herramienta de fácil uso ya que tiene una interfaz que se puede entender fácilmente para poder crear la simulación de forma precisa y eficiente, para así poder comprobar como funcionarían las partes de la máquina en la vida real.

### **5.4.3 Observar en la simulación el diseño y el funcionamiento de la máquina**

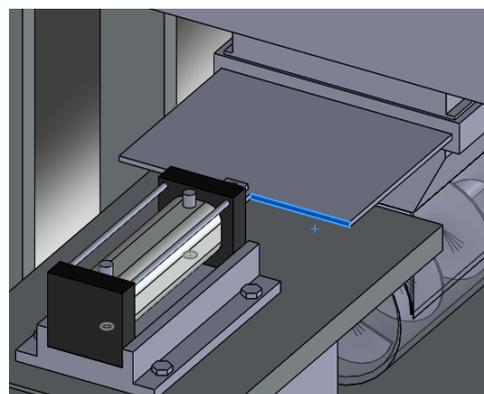
Ya una vez elegido el software para simular como es el SOLIDWORKS, nuestro propósito con la simulación será ver el funcionamiento de las diferentes partes de la máquina para así llegar a una conclusión de que el diseño de la maquina funciona. Ya con la simulación se determinó que su diseño es funcional y no tiene fallas para su correcto funcionamiento.

#### **5.4.3.1. Simulación del funcionamiento en SOLIDWORKS**



**Figura 45** Tolva

En la tolva que tiene las aspas de la mezcladora funciona gracias al giro que produce el motorreductor trifásico por aquí es donde se introducirá la MP ya seleccionada, ya dentro de la tolva la MP las aspas giraran una vez ya haya sido accionado el motorreductor haciendo la mezcla de toda la MP.



**Figura 46** Actuador conectado a la tapa



producir unos 2160 Kg/día, dando una gran calidad, gracias a este proceso de producción se trata de que se ocupen lo necesario gracias al uso de esta máquina, haciéndola más eficiente.

### **6.3. Impacto Social**

Este diseño de la máquina brindara a las personas la posibilidad de desarrollar su propio producto, lo que permitirá que se extiendan en el mercado con ese producto, ofreciendo un producto de calidad para los animales y así desarrollando una economía estable para las personas.

### **6.4 Impacto Ambiental.**

Con este proyecto se pretende aprovechar to los recursos que existan para realizar estos pellets, ya que no contaminara al medio ambiente, además de que no contaminara el agua, logrando así reducir el daño al medio ambiente y así evitar la explotación de los recursos naturales, fomentando así el cuidado de nuestro medio ambiente.

## **7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **7.1. Conclusiones**

- Con información obtenida de diferentes revistas, universidades, sitios web, libros, etc. Se ha logrado establecer los nutrientes que requiere el alimento y así mismo mediante cálculos elaborar dos mezclas para el uso del campesino siempre y cuando se considera las especificaciones técnicas, costo, disponibilidad y apetito del animal.
- Se realizó diagramas de flujo y de operación en donde se establecieron 6 procesos lo cuales son: selección y pesado de materia prima, mezclado, post-molienda, extrusión, corte, y almacenado.
- Con previo análisis de máquinas similares, y con los parámetros que hemos establecido se ha diseñado la estética, y diferentes sistemas que van hacer parte del prototipo.
- Con el método Pearson se ha establecido las dietas alimenticias con un 18 % de proteína, así mismo la productividad de la máquina para una producción de 90 kg por carga, y por último observar en la simulación los diferentes sistemas, estética, funcionamiento que conforman a la máquina.

### **7.2 Recomendaciones**

- Para aumentar o mejorar la producción se puede cambiar el tipo de matriz para producir pellets de mayor diámetro o longitud, ya que el diseño de la máquina permite esta variación cuando ya se encuentre construida.

- La máquina puede ser de uso multipropósito, en donde se debe hacer cálculos de cualquier dieta de acuerdo a otros animales que desee alimentar utilizando el método de Pearson y así poder fabricar concentrado para lo que requiera el campesino.
- Establecer parámetros de medidas en donde se verifique el % humedad, % materia seca que debe poseer la mezcla para poder obtener un pellet con una densidad de 650 kg/m<sup>3</sup>.

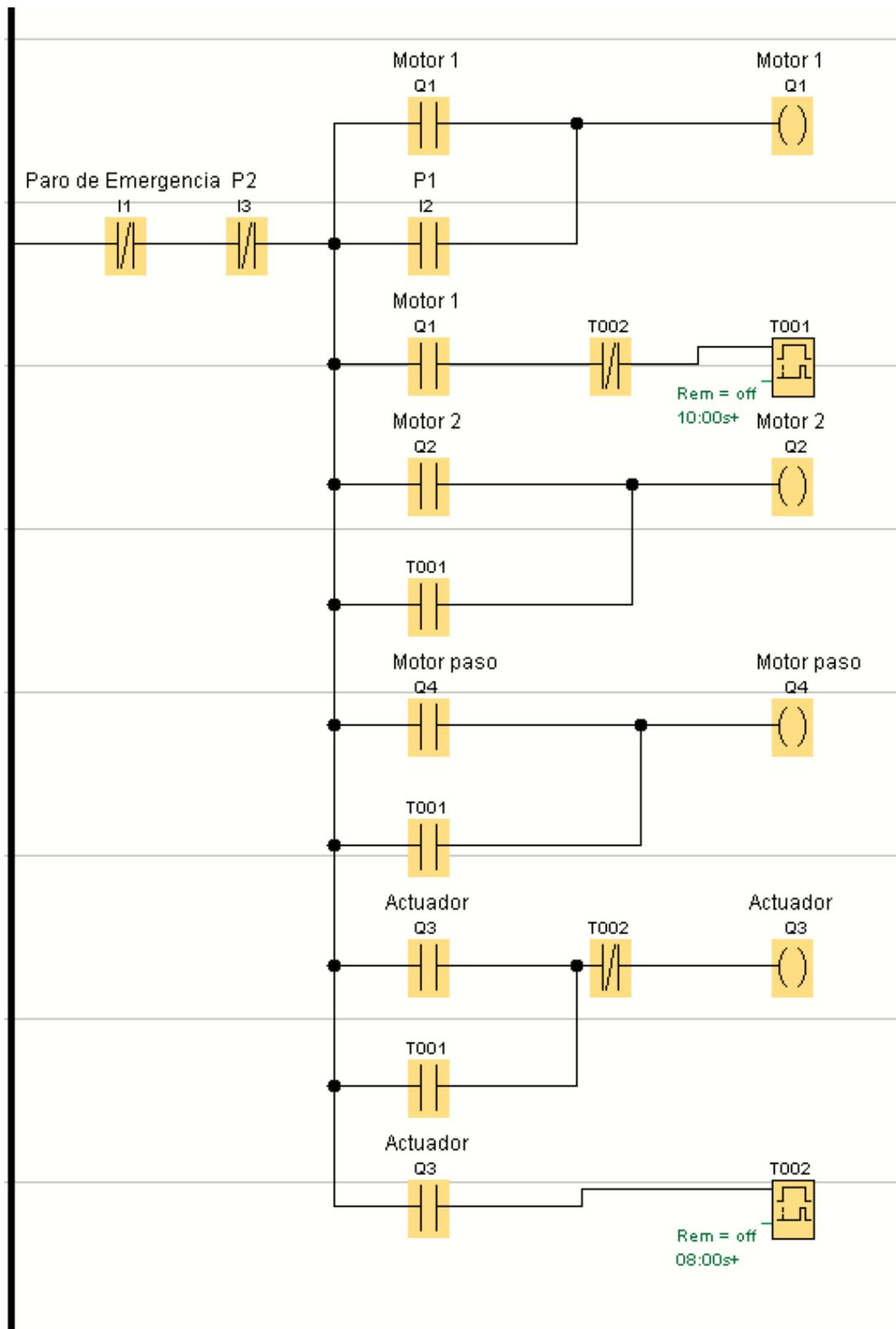
## 8. BIBLIOGRAFÍA

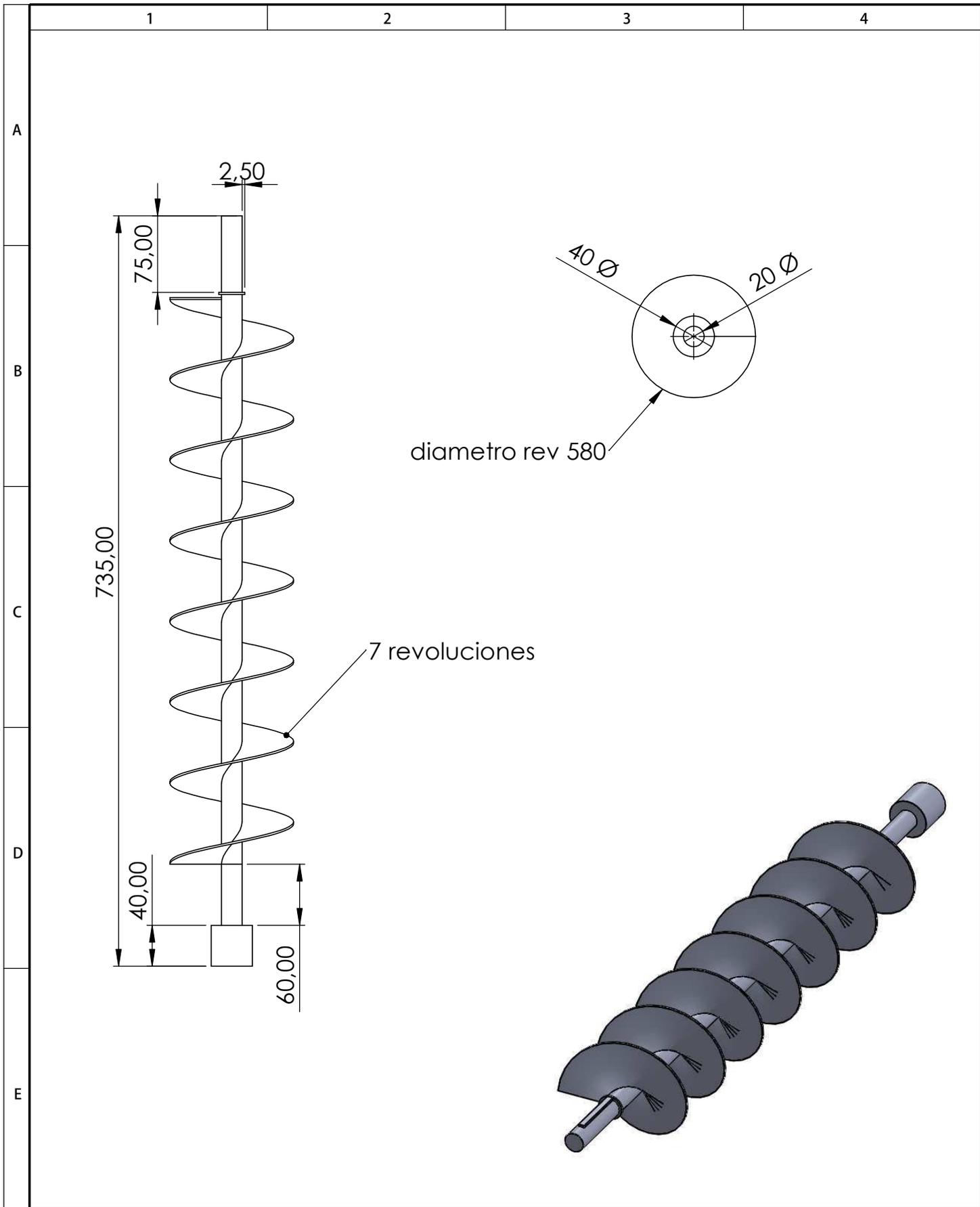
- [1] U. N. d. C. d. Peru, «Repositorio.uncp.edu.pe,» 2008. [En línea]. Available: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/2889/Acosta%20Pu%C3%B1ero.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [2] P. A. R. d. Amazonas, «Dirección de Información Agraria Amazonas,» 2006. [En línea]. Available: [http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/2889/Acosta%20Pu%C3%B1ero.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR3HRiacg9FumYutXsqDXuqYwDYMz6NC5DJCztARhY6h13KzVODKd\\_yUynQ](http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/2889/Acosta%20Pu%C3%B1ero.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR3HRiacg9FumYutXsqDXuqYwDYMz6NC5DJCztARhY6h13KzVODKd_yUynQ).
- [3] Castro y Chirinos, «Nutrición y alimentación de cuyes,» Huancayo, 1997.
- [4] F. Paredes, «Repositoria UTA,» 2010. [En línea]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/845/3/AL448.pdf>. [Último acceso: 2010].
- [5] S. Fernández, «Repositorio UTA,» 2005. [En línea]. Available: [https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/845/3/AL448.pdf?fbclid=IwAR1pV7z-kPxcjU6HO8fIWsoSd4HmEaZ3FmhPbbf2HkeO-enU\\_uYILcvc0o](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/845/3/AL448.pdf?fbclid=IwAR1pV7z-kPxcjU6HO8fIWsoSd4HmEaZ3FmhPbbf2HkeO-enU_uYILcvc0o).
- [6] R. Martínez , Memorias del Primer seminario de producción comercial de cuyes, Ambato-Ecuador: Agroveterinaria Pp.18, 2003.
- [7] B. Salvador, Química de los Alimentos, México: Longman Pp.648, 1999.
- [8] C. Rivas, «Repositorio Digital-EPN,» [En línea]. Available: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/8927>. [Último acceso: 25 noviembre 2013].
- [9] L. Ferraz, «Ferraz Maquinas,» [En línea]. Available: <http://www.ferrazmaquinas.com.br/es/conteudos/tipos-de-racoes.html>. [Último acceso: 25 Mayo 2021].

- [10] N. Morato, «Consumer,» 2009. [En línea]. Available:  
<https://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/extrusion-de-alimentos-dar-nuevas-formas-y-texturas.html>. [Último acceso: lunes marzo 2009].
- [11] I. J. A, «Balanceados-Piensos,» 8 11 2013. [En línea]. Available:  
<https://www.engormix.com/balanceados/articulos/peletizacion-calidad-pelet-t30459.htm>.
- [12] P. Herver Castro, «Dspace.uazuay,» 2002. [En línea]. Available:  
<http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/590/1/08507.pdf?fbclid=IwAR084TcYeZmk2y1apObVvMCjavs2QOeZxBldHuQrsE2-DnMfy4i3kDvAL2U>.

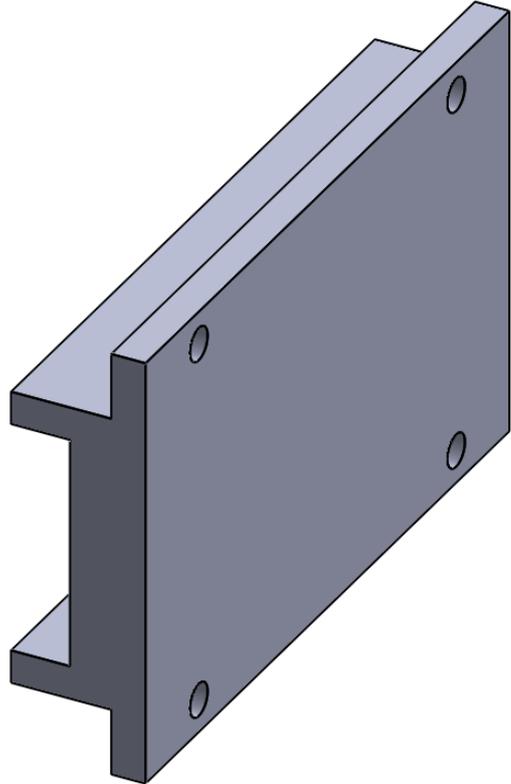
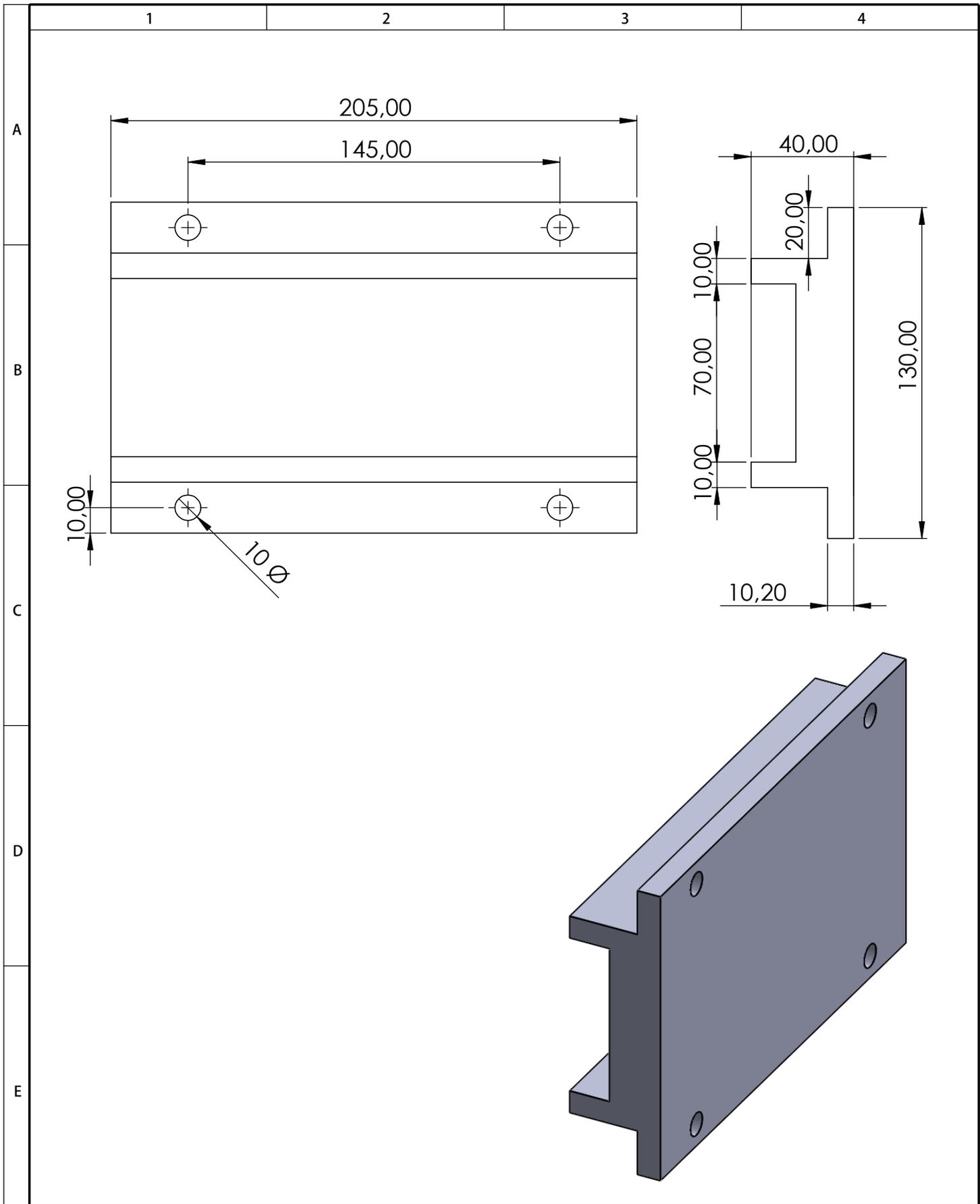
## 9. ANEXOS

### Anexo A: Conexiones de la máquina

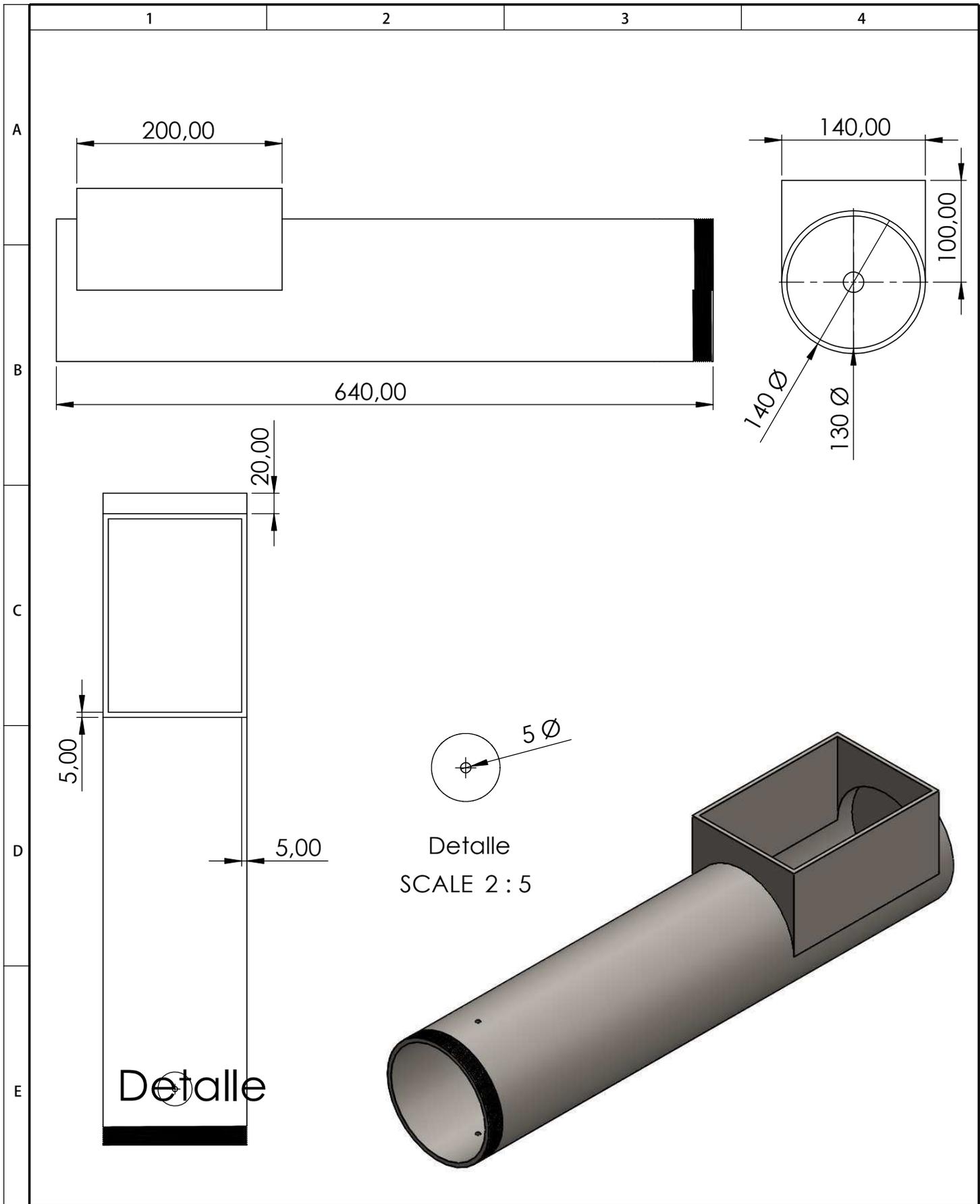




				Tolerancia	Peso	Acero inoxidable		
				+10.01		<b>Tornillo sin fin</b> Escala: 5:1		
				Dib.	Fecha			Nombre
				Rev.	09/04/21			Ing.
				Apro.	09/04/21	Ing.	Registro: 	
				Ingenieria Industrial		LAM. No.01		
Edición	Modificación	Nombre	Fecha	U.T.C		(Sustitución)		



				Tolerancia	Peso	ASTM A36		
				+10.01		<h1 style="text-align: center;">Base piston</h1>		
								Escala: 5:1
				Dib.	Fecha			Nombre
				Rev.	09/04/21			Ing.
				Apro.	09/04/21	Ing.	Registro: 	
				Ingenieria Industrial		LAM. No.02		
Edici-on	Modificaci-on	Nombre	Fecha	U.T.C		(Sustituci-on)		



				Tolerancia	Peso	Acero inoxidable		
				+10.01		<b>Cilindro exterior</b> Escala: 5:1		
				Dib.	Fecha			Nombre
				Rev.	09/04/21			Ing.
				Apro.	09/04/21	Ing.	Registro: 	
				Ingenieria Industrial		LAM. No.03		
Edici- On	Modificaci- On	Nombre	Fecha	U.T.C		(Sustituci- on)		

1

2

3

4

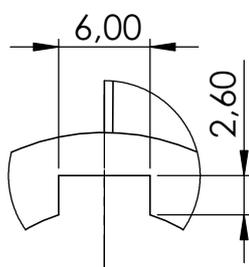
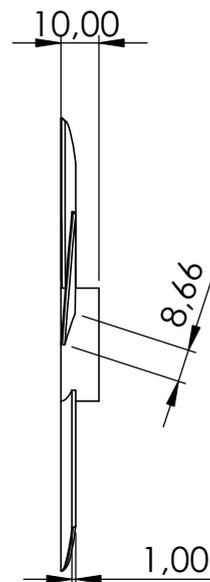
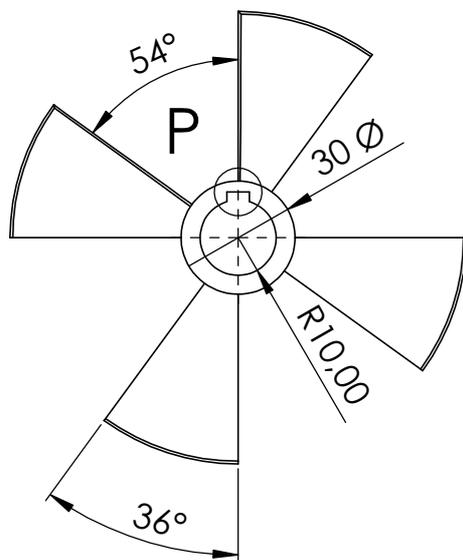
A

B

C

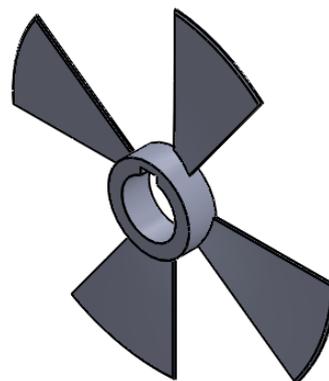
D

E

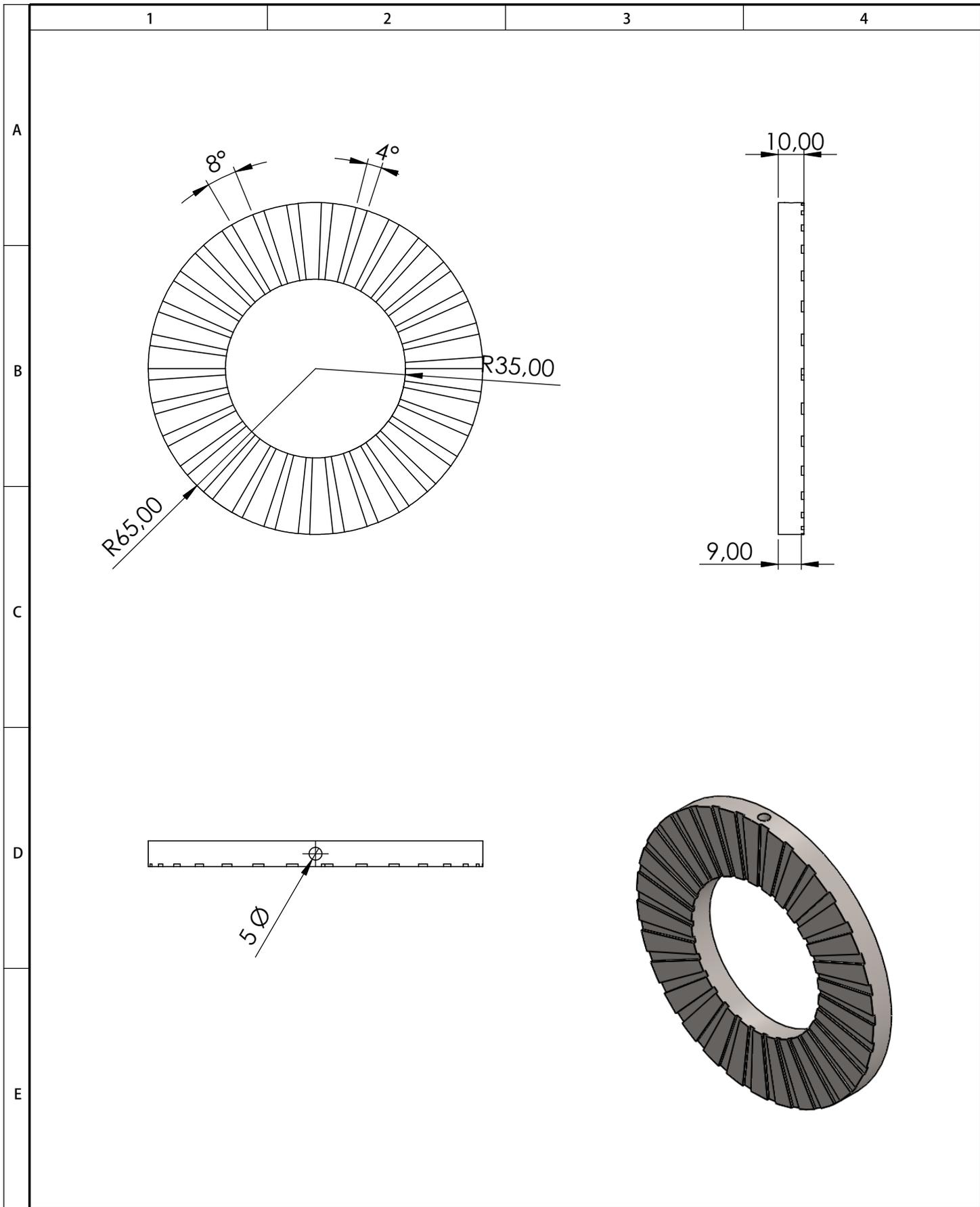


Detalle P

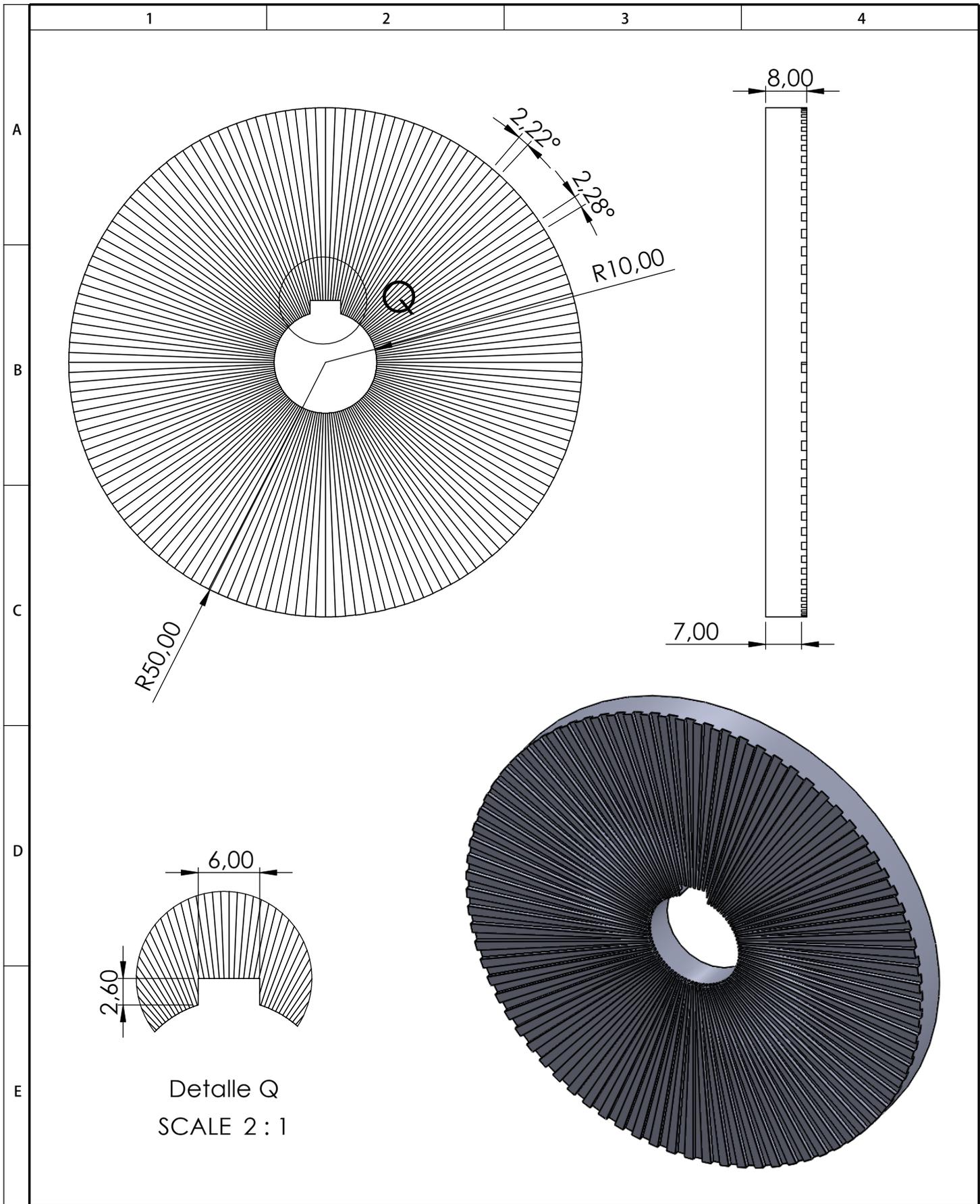
SCALE 2 : 1



				Tolerancia	Peso	Acero inoxidable	
				+10.01		Cuchillas	
				Dib.	Fecha	Nombre	Escala:
				Rev.	09/04/21	Ing.	5:1
				Apro.	09/04/21	Ing.	Registro:
				Ingenieria Industrial		LAM. No. 04	
Edici-on	Modificaci-on	Nombre	Fecha	U. T. C		(Sustituci-on)	



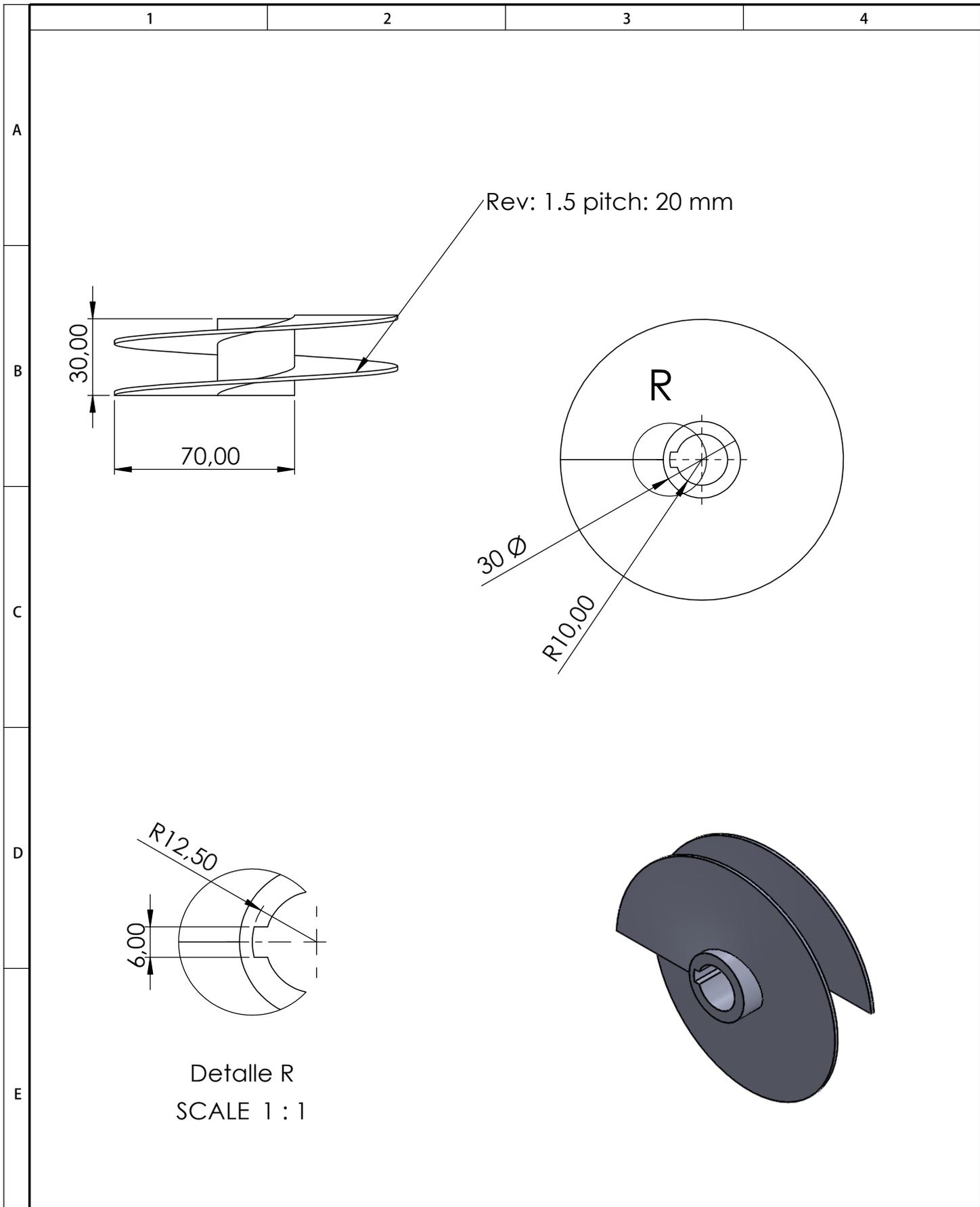
				Tolerancia	Peso	Acero inoxidable		
				+10.01		<h2 style="text-align: center;">Disco moler 1</h2>		
								Escala: 5:1
				Dib.	Fecha			Nombre
				Rev.	09/04/21			Ing.
				Apro.	09/04/21	Ing.		
				Ingenieria Industrial		LAM. No. 05	Registro: 	
Edición	Modificación	Nombre	Fecha	U. T. C		(Sustitución)		



Detalle Q  
SCALE 2 : 1

				Tolerancia	Peso	Acero inoxidable	
				+10.01			
				Dib.	Fecha	Nombre	
				Rev.	09/04/21	Ing.	
				Apro.	09/04/21	Ing.	
				Ingenieria Industrial		LAM. No.06	
				U.T.C		(Sustitucion)	
Edici-on	Modificaci-on	Nombre	Fecha			Escala: 5:1	
						Registro: 	

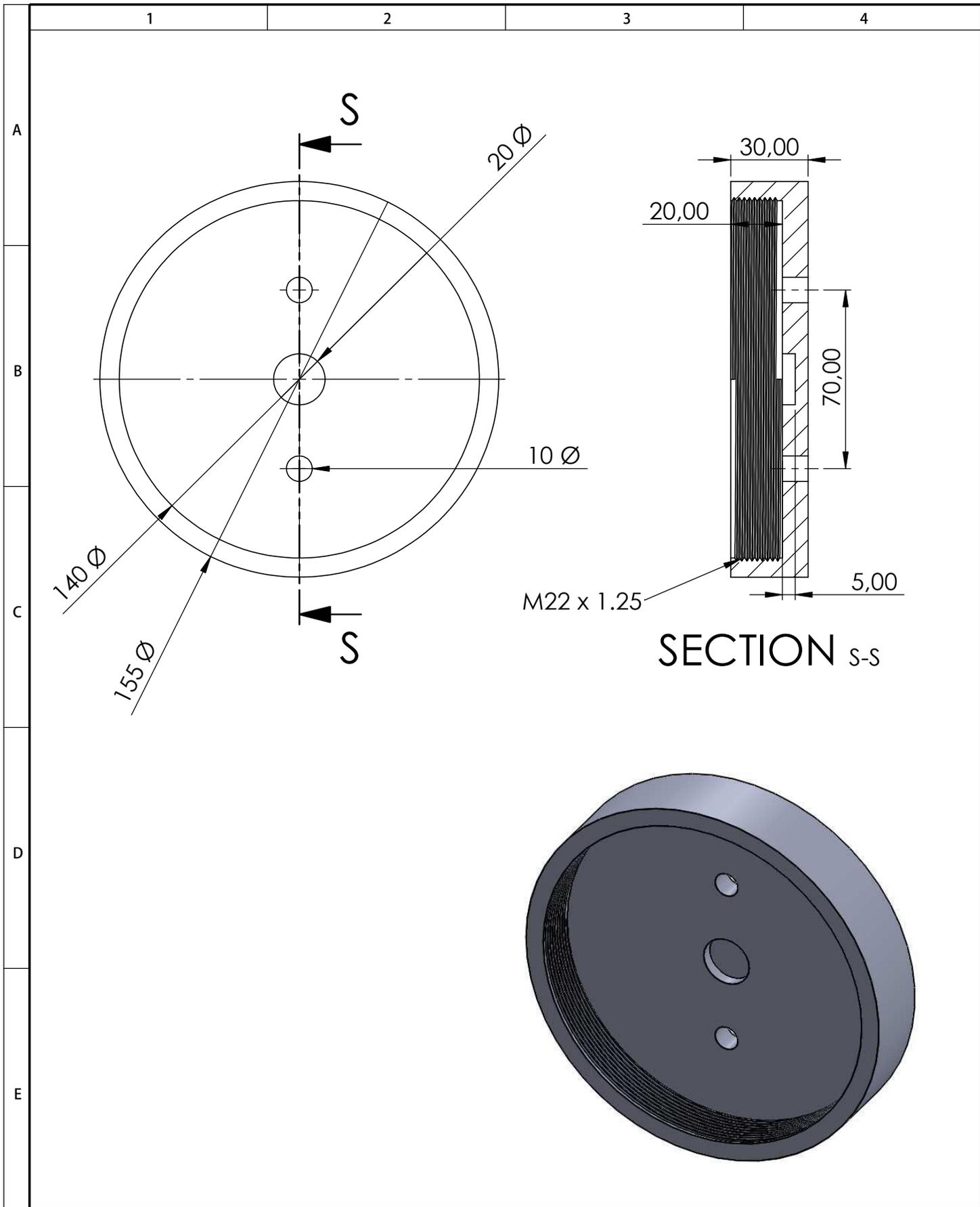
**Disco moler acople**



Detalle R  
SCALE 1 : 1

				Tolerancia	Peso	Acero inoxidable	
				+10.01			
				Dib.	Fecha	Nombre	Escala: 5:1
				Rev.	09/04/21	Ing.	
				Apro.	09/04/21	Ing.	
				Ingenieria Industrial		LAM. No. 07	Registro: 
Edici-on	Modificaci-on	Nombre	Fecha	U.T.C		(Sustituci-on)	

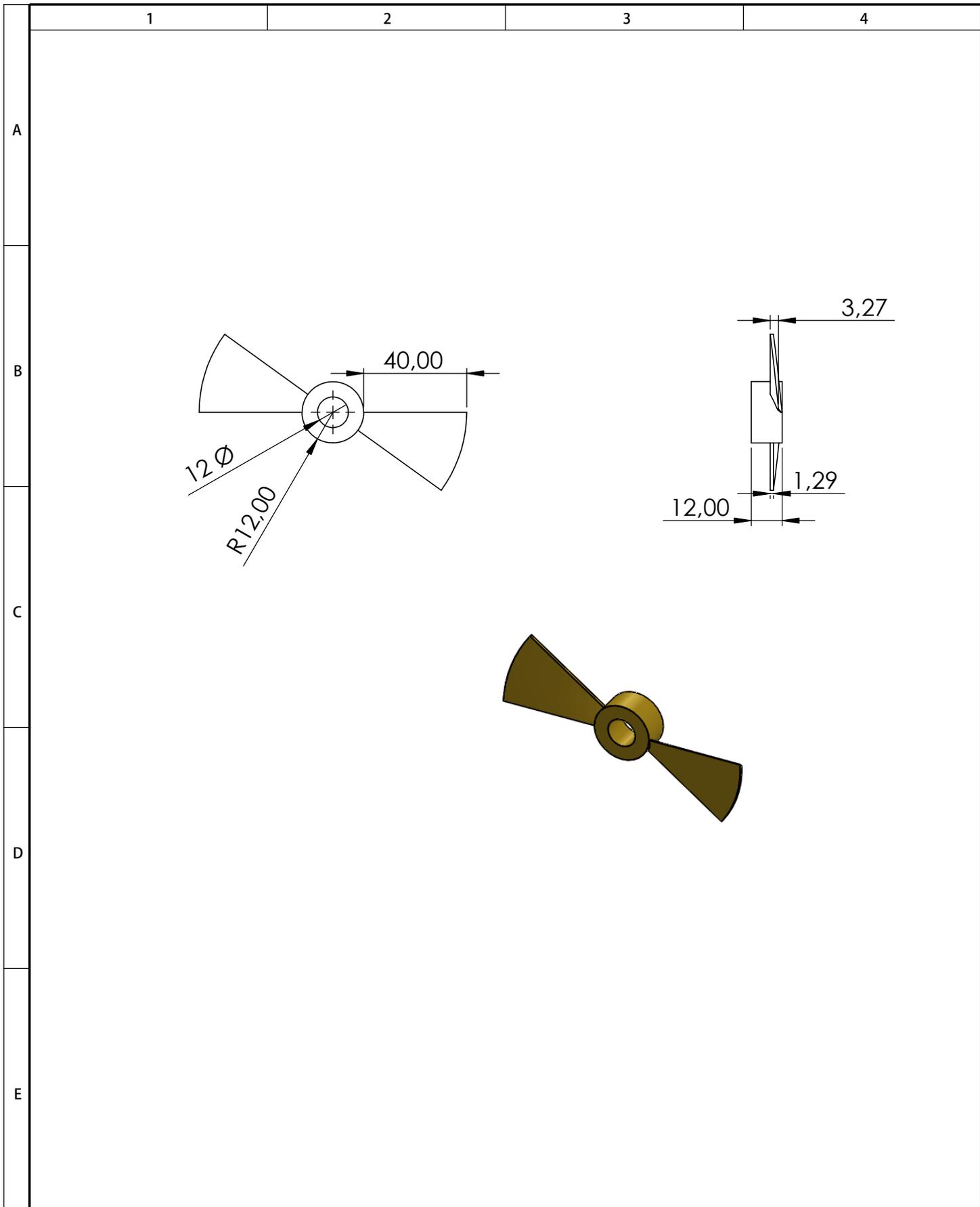
**Aspas salida**



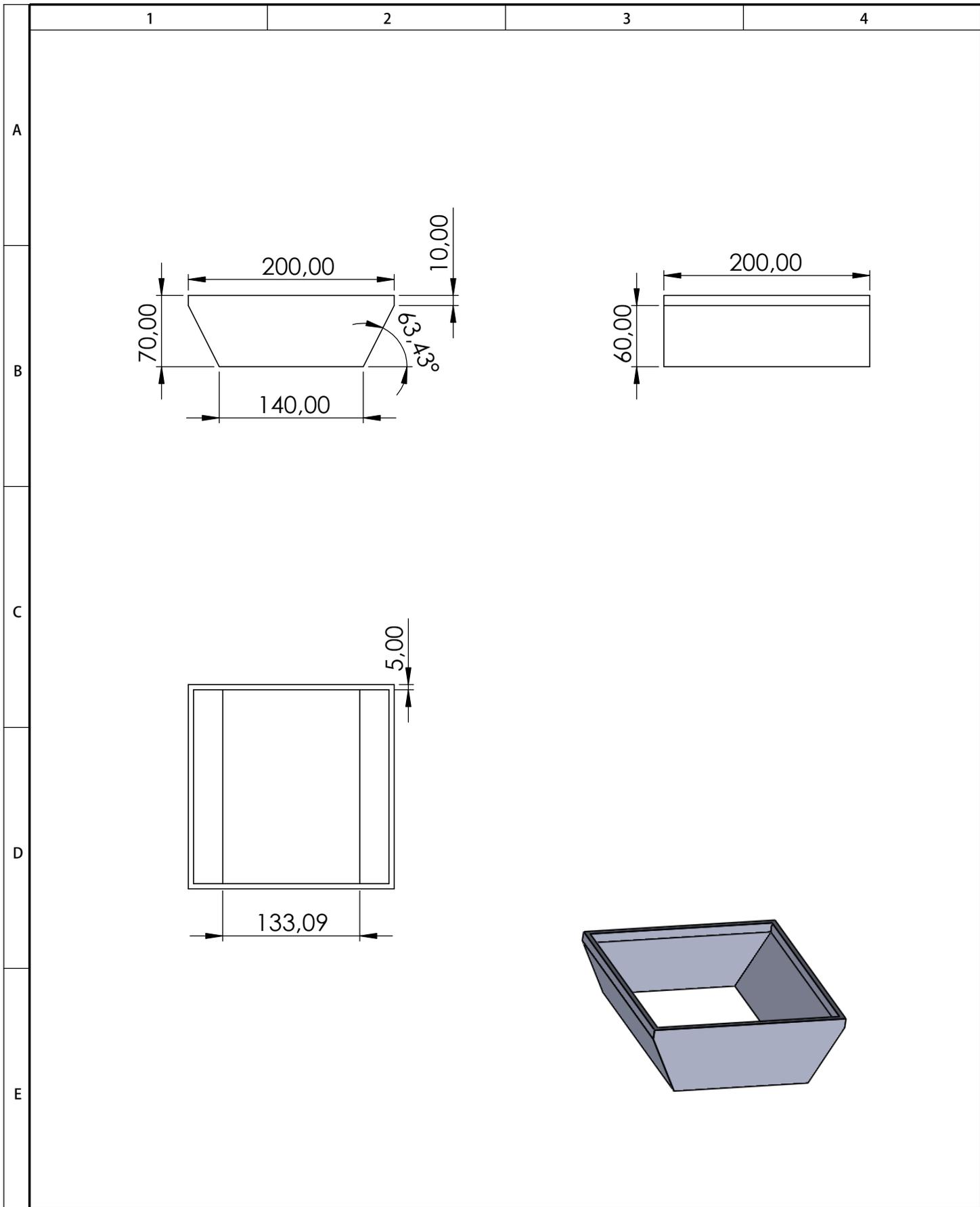
SECTION S-S

M22 x 1.25

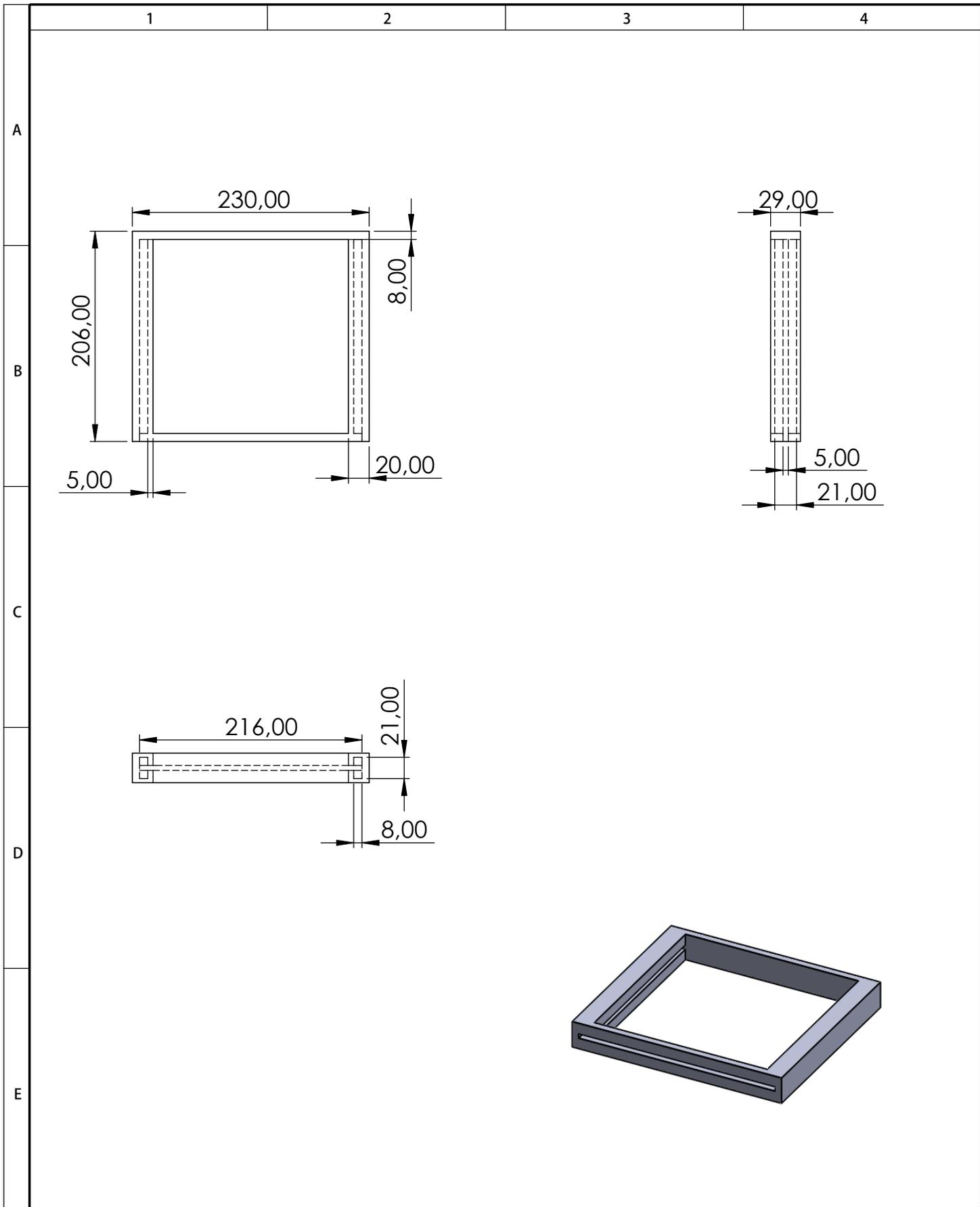
Tolerancia		Peso		Acero inoxidable		
+10.01				<p style="text-align: center;"><b>Tapa frontal</b></p> <p style="text-align: center;">LAM. No. 08</p> <p style="text-align: center;">(Sustitución)</p>		
	Fecha	Nombre				<p>Escala:</p> <p>5:1</p>
Dib.	09/04/21					<p>Registro:</p>
Rev.	09/04/21	Ing.				
Apro.	09/04/21	Ing.				
		Ingenieria Industrial				
		U.T.C				
Edición	Modificación	Nombre	Fecha			



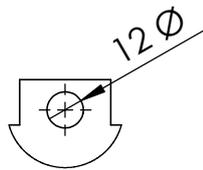
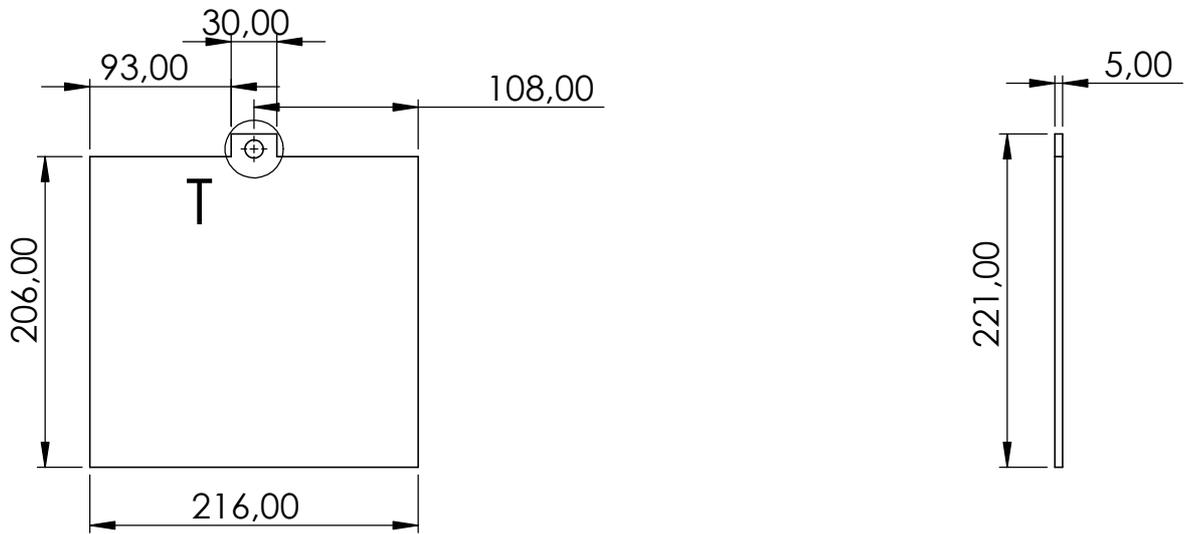
				Tolerancia	Peso	Acero inoxidable		
				+10.01		<h2 style="text-align: center;">Cuchillas doble</h2>		
								Escala:
				Dib.	Fecha			Nombre
				Rev.	09/04/21			Ing.
				Apro.	09/04/21	Ing.		
				Ingenieria Industrial		LAM. No. 10	Registro:	
				U.T.C		(Sustituci-on)		
Edici-on	Modificaci-on	Nombre	Fecha					



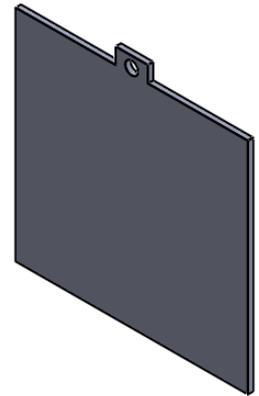
				Tolerancia	Peso	Acero inoxidable		
				+10.01		<b>Base acople cilindro</b>  Escala: 5:1		
					Fecha			Nombre
				Dib.	09/04/21			
				Rev.	09/04/21			Ing.
				Apro.	09/04/21	Ing.	Registro: 	
				Ingenieria Industrial		LAM. No. 11		
Edici-on	Modificaci-on	Nombre	Fecha	U. T. C		(Sustituci-on)		



				Tolerancia	Peso	Acero inoxidable	
				+10.01			
				Dib.	Fecha	Nombre	Escala: 5:1
				Rev.	09/04/21	Ing.	
				Apro.	09/04/21	Ing.	
				Ingeniería Industrial		LAM. No. 12	Registro: 
Edición	Modificación	Nombre	Fecha	U. T. C		(Sustitución)	



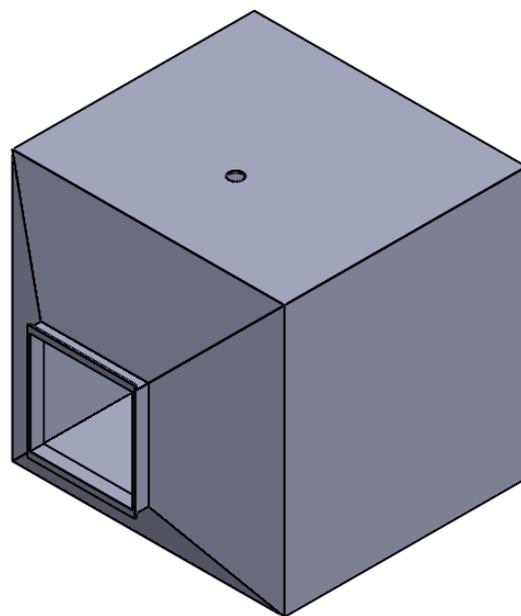
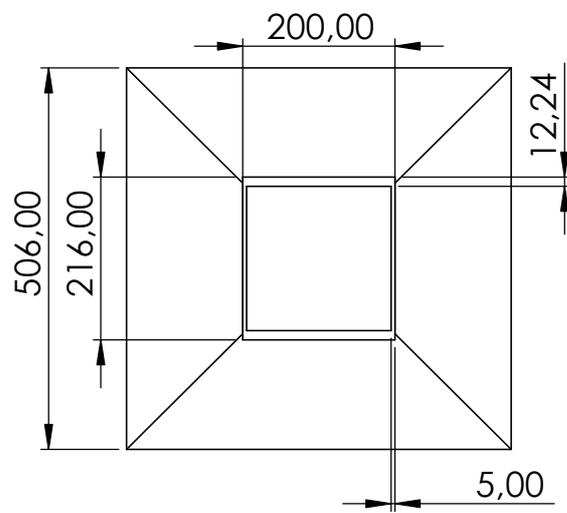
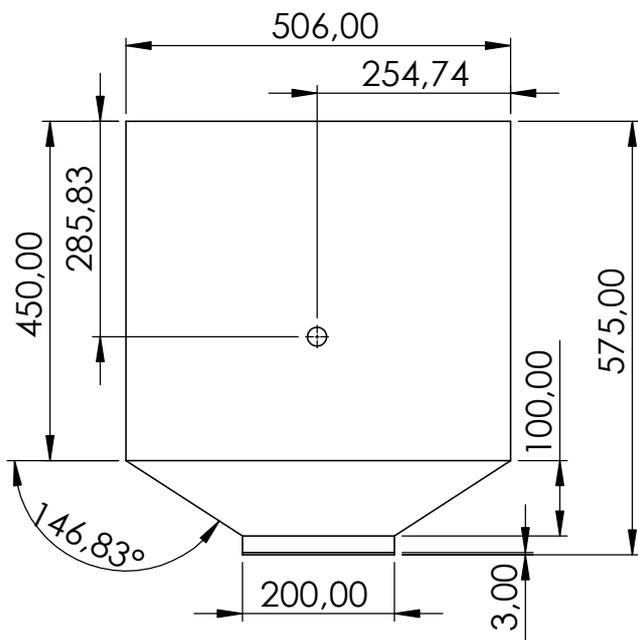
Detalle T  
SCALE 2 : 5



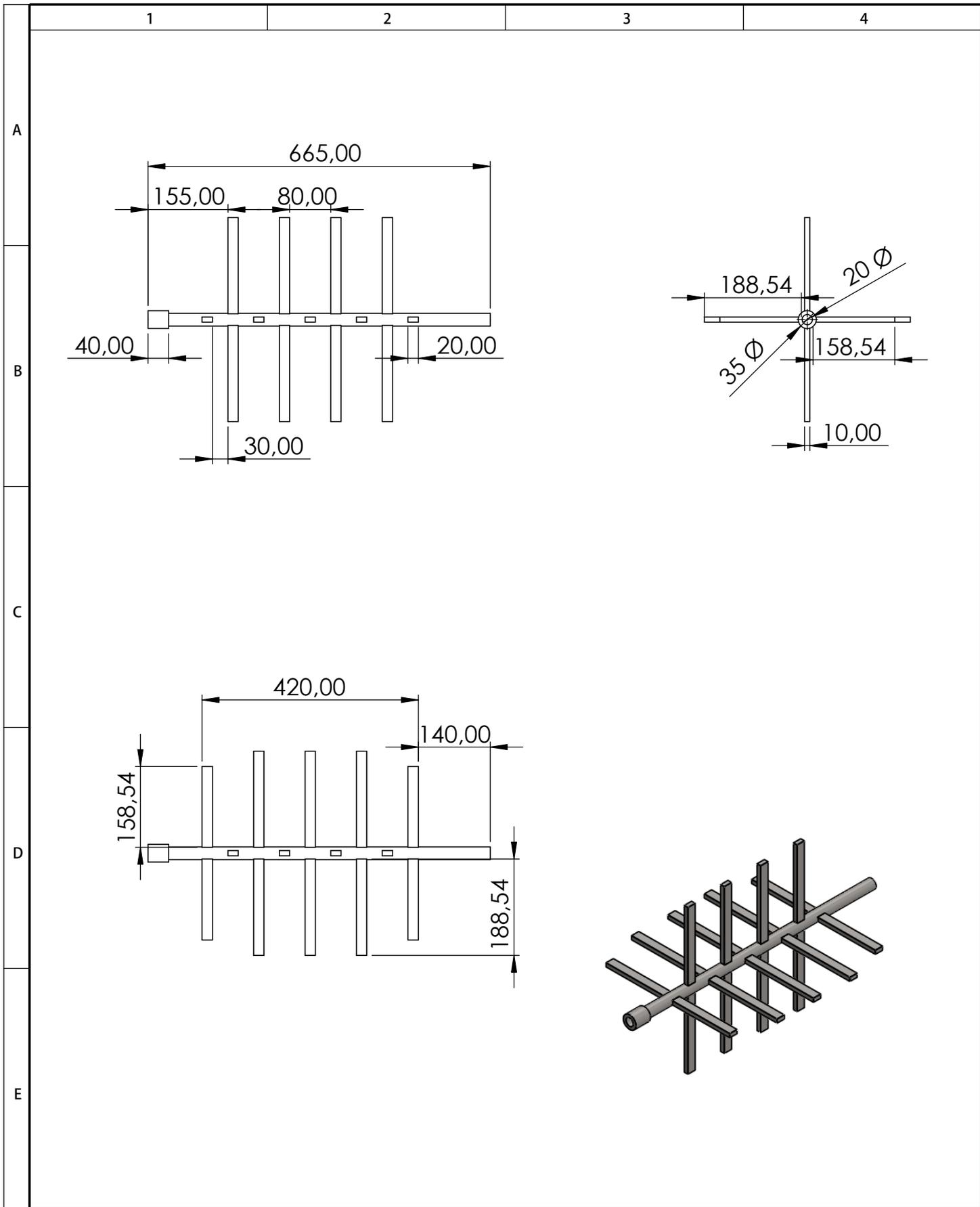
				Tolerancia	Peso	Acero inoxidable	
				+10.01			
					Fecha	Nombre	Tapa mezclado
				Dib.	09/04/21		
				Rev.	09/04/21	Ing.	
				Apro.	09/04/21	Ing.	
				Ingenieria Industrial		LAM. No. 13	Registro:
Edici-on	Modificaci-on	Nombre	Fecha	U. T. C		(Sustituci-on)	

Escala:  
5:1

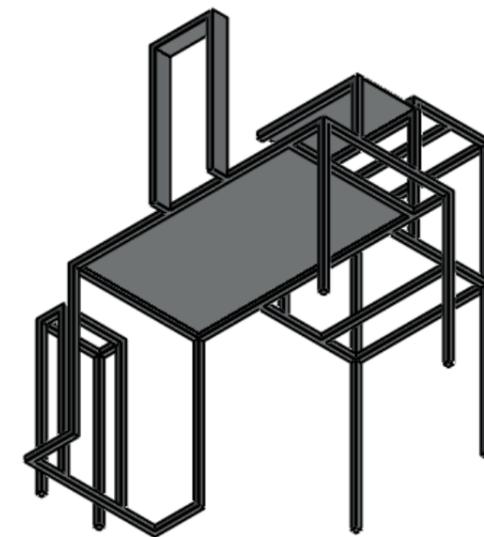
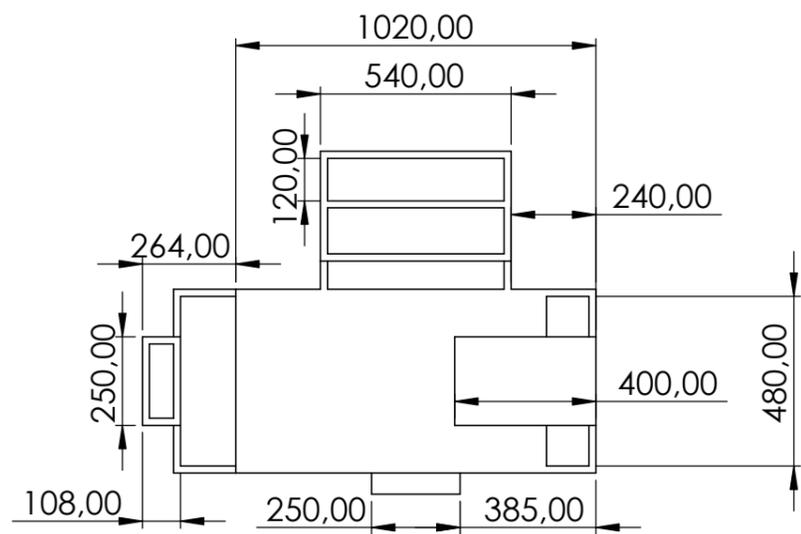
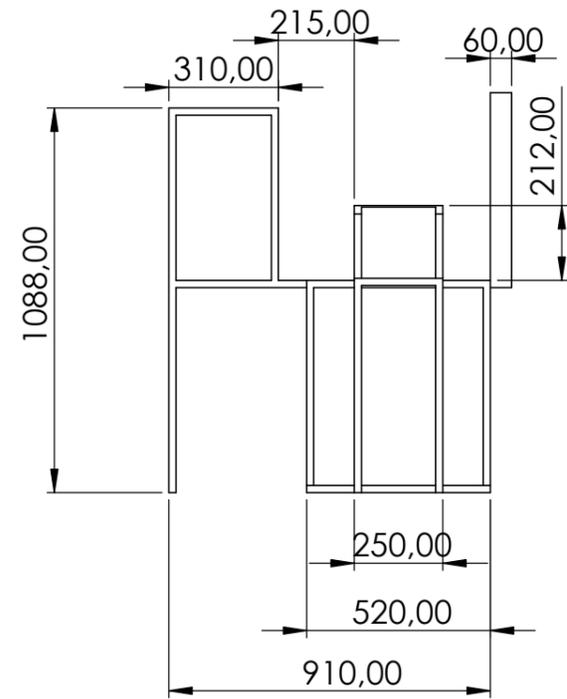
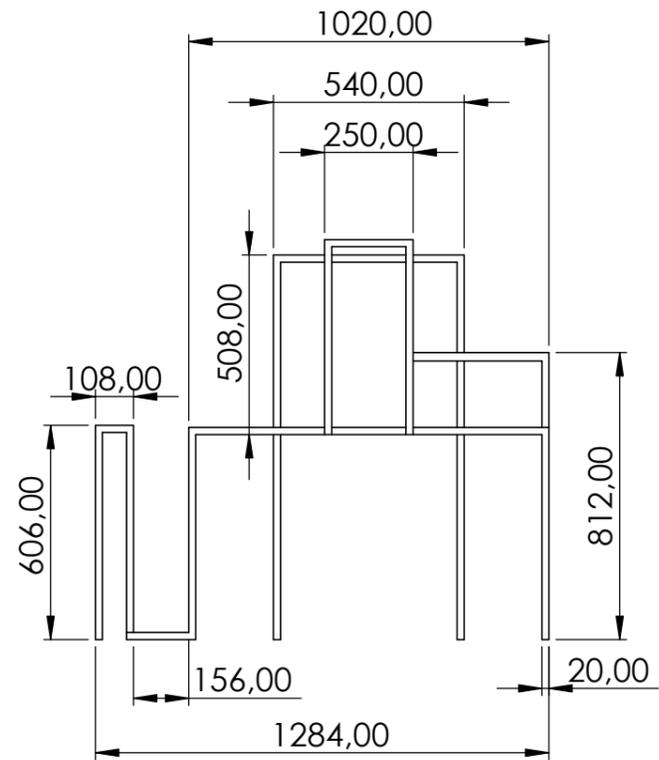




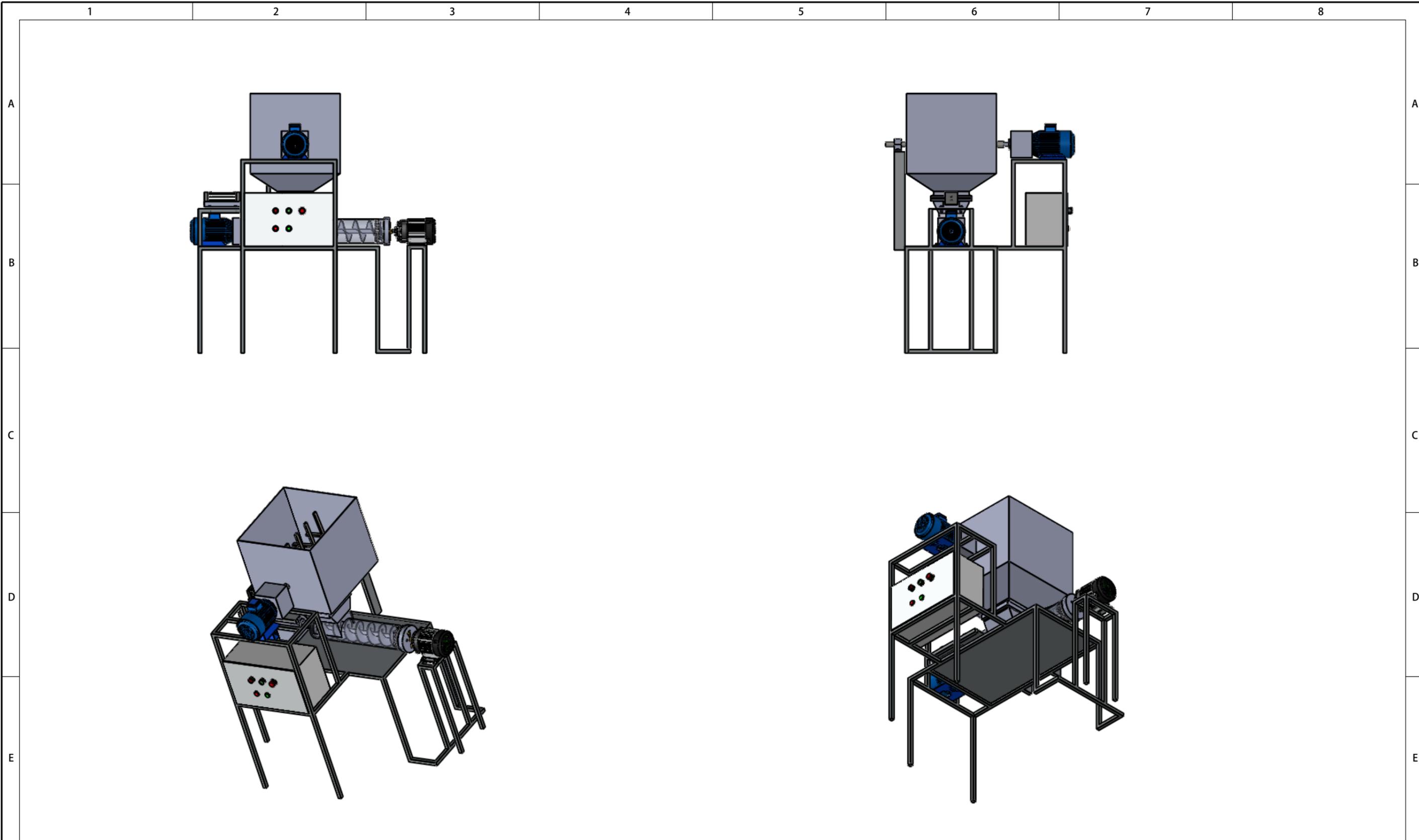
				Tolerancia	Peso	Acero inoxidable	
				+10.01		Tolva	
				Dib.	Fecha	Nombre	Escala:
				Rev.	09/04/21	Ing.	5:1
				Apro.	09/04/21	Ing.	Registro:
				Ingenieria Industrial		LAM. No. 14	
Edici-on	Modificaci-on	Nombre	Fecha	U. T. C		(Sustituci-on)	



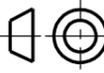
				Tolerancia	Peso	Acero inoxidable	
				+10.01			
				Dib.	Fecha	Aspas	Escala:
				Rev.	Ing.		1:5
				Apro.	Ing.		
				Ingenieria Industrial		LAM. No. 15	Registro:
Edici-on	Modificaci-on	Nombre	Fecha	U. T. C		(Sustituci-on)	

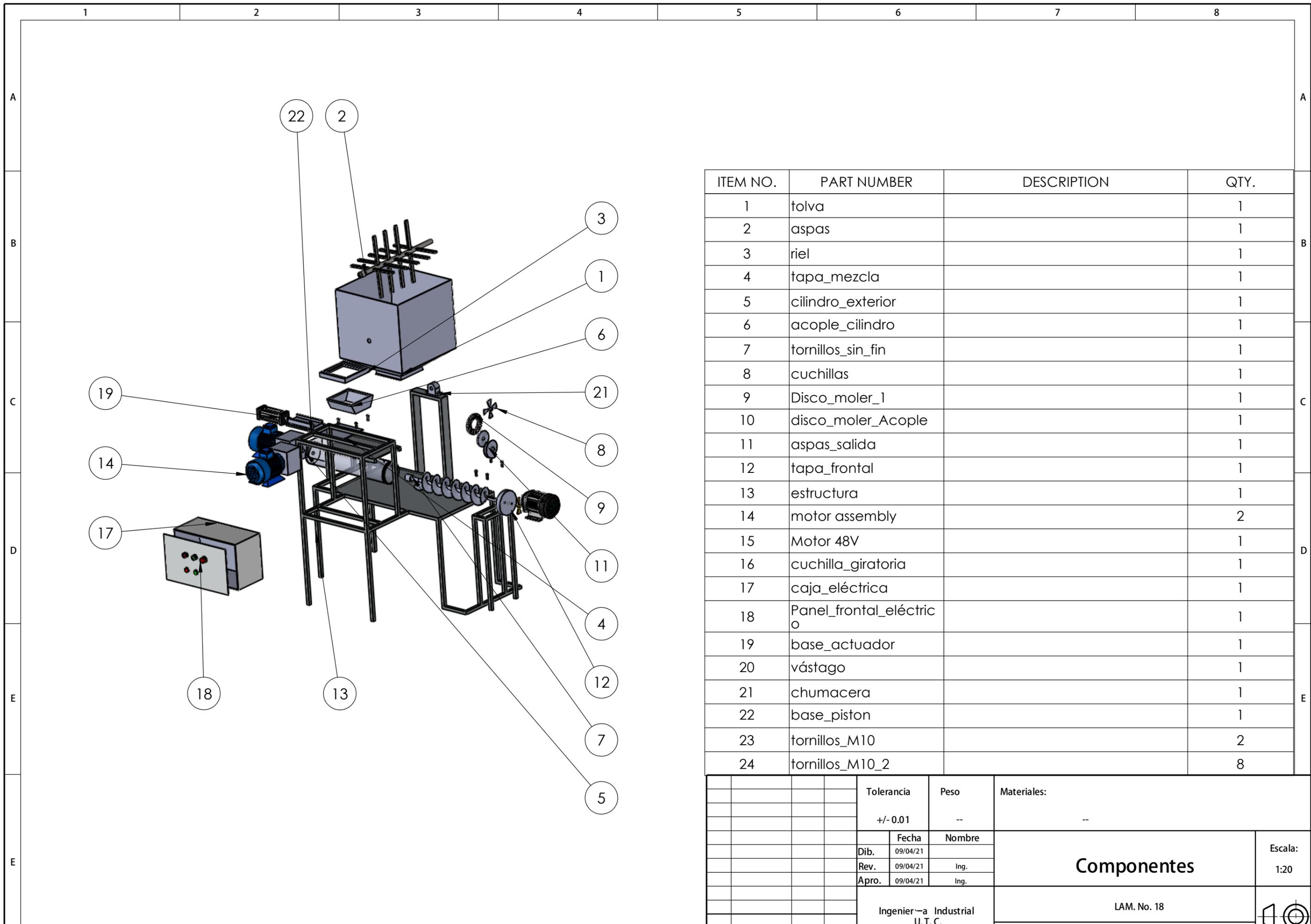


				Tolerancia	Peso	Materiales:	
				+/- 0.01	--	--	
					Fecha	Nombre	<b>Estructura</b>
				Dib.	09/04/21		
				Rev.	09/04/21	Ing.	
				Apro.	09/04/21	Ing.	
				Ingeniería Industrial U.T.C.		LAM. No. 16	
						(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				Escala: 1:5



				Tolerancia	Peso	Materiales:	
				+/- 0.01	--	--	
					Fecha	Nombre	Ensamble Sistema
				Dib.	09/04/21		
				Rev.	09/04/21	Ing.	
				Apro.	09/04/21	Ing.	
				Ingeniería Industrial U.T.C.		LAM. No. 17	
						(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				Escala: 1:5





ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	tolva		1
2	aspas		1
3	riel		1
4	tapamezcla		1
5	cilindro exterior		1
6	acople cilindro		1
7	tornillos sin fin		1
8	cuchillas		1
9	Disco moler 1		1
10	disco moler Acople		1
11	aspas salida		1
12	tapa frontal		1
13	estructura		1
14	motor assembly		2
15	Motor 48V		1
16	cuchilla giratoria		1
17	caja eléctrica		1
18	Panel frontal eléctrico		1
19	base actuador		1
20	vástago		1
21	chumacera		1
22	base piston		1
23	tornillos M10		2
24	tornillos M10_2		8

				Tolerancia	Peso	Materiales:	
				+/- 0.01	--	--	
					Fecha	Nombre	Escala: 1:20
				Dib.	09/04/21		
				Rev.	09/04/21	Ing.	
				Apro.	09/04/21	Ing.	Componentes
				Ingeniería Industrial U.T.C.		LAM. No. 18	
						(Sustitución)	

