

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONAUTICO**

**ESCUELA DE MECANICA AERONAUTICA**

**CONSTRUCCION DE UNA PROCESADORA DE  
ALIMENTOS BALANCEADOS**

**POR:**

**CBOS. DIAZ TUMBACO CHRISTIAN ORLANDO  
CBOS. VELOZ CERVANTES JIMMY ROLANDO  
CBOS. ALDAS FONSECA ROBERTO CARLOS**

**Tesis presentada como requisito parcial para la obtención del Título de :**

**TECNOLOGO EN MECANICA AERONAUTICA**

**2001**

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por los Srs. DIAZ TUMBACO  
CHRISTIAN ORLANDO, VELOZ CERVANTES JIMMY ROLANDO, ALDAS FONSECA ROBERTO  
CARLOS, como requisito parcial a la obtención del título de TECNOLOGO EN MECANICA  
AERONAUTICA.

**MAYO. ING. TEC. AVC.**

**FRANCISCO LOPEZ**

**DIRECTOR DEL PROYECTO**

**11 DICIEMBRE 2001**

## **DEDICATORIA**

A mis padres, hermana y a mi hija, quienes voluntariamente colaboraron en la transcripción de este trabajo, ya que su apoyo incondicional, ha sido el incentivo moral para mi éxito personal y profesional.

A Dios por ser mi guía en todos mis problemas, y que con su ayuda he logrado salir adelante.

**CBOS. DIAZ CHRISTIAN**

Dedico este trabajo primeramente a Dios por ser la luz y camino a lo largo de mi vida.

A mi madre Cecilia Cervantes Carriel, al Sr. Argentino Anchundia Banchón y a mi padre Policarpio Veloz Suárez, los mismos que me han ayudado a terminar mis estudios y así darme el mejor regalo que pude haber recibido, la educación.

Por ultimo a mis hermanos, por haber compartido muchas experiencia en nuestra niñez y juventud.

**CBOS. VELOZ JIMMY**

A mis padres por ser la luz que alumbrado el sendero de mi vida y me han apoyado a salir en esta carrera que estoy ejerciendo, ayudándome a cumplir una de las metas propuestas en mi vida.

A mis hermanos que con su apoya incondicional han fortalecido mi espíritu para seguir adelante y no desmayar.

**CBOS. ALDAS ROBERTO**

## **AGRADECIMIENTO**

A la FUERZA AEREA ECUATORIANA y al INSTITUTO TECNOLOGICO SUPERIOR AERONAUTICO, por abrimos sus puertas y permitimos surgir tanto personalmente como profesionalmente.

A todas las personas que en forma desinteresada contribuyeron para la finalización exitosa de este proyecto.

A todos los instructores los cuales nos han dado los fundamentos básicos y también nos supieron guiar en el transcurso de nuestros estudios.

A nuestros compañeros de trabajo que con sus conocimientos técnicos nos ayudaron a culminar este proyecto.

**CBOS. DIAZ CHRISTIAN**

**CBOS. VELOZ JIMMY**

**CBOS. ALDAS ROBERTO**

<b>INDICE DE CONTENIDOS</b>	<b>Pág.</b>
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	1
OBJETIVOS.....	2
ALCANCE.....	2
JUSTIFICACIÓN.....	2

## **CAPITULO I GENERALIDADES**

1.1- Estudio de alimentos balanceados.....	3
1.2- Clasificación y tipos de alimentos a producirse.....	4
1.2.1- Clasificación de los alimentos a producirse.....	4
1.2.2- Tipos de los alimentos a producirse.....	4
1.3- Características y componentes de los balanceados.....	5

## **CAPITULO II ESTUDIO DE ALTERNATIVAS**

2.1- Identificación de las alternativas.....	13
2.1.1- Primera alternativa.....	13

2.1.2- Segunda alternativa.....	14
2.1.3- Tercera alternativa.....	16
2.1.4- Cuarta alternativa.....	17
2.2- Análisis de factibilidad del proyecto.....	19
2.2.1- Primera Alternativa.....	19
2.2.2- Segunda Alternativa.....	19
2.2.3- Tercera Alternativa.....	20
2.2.4- Cuarta Alternativa.....	20
2.3- Selección de la mejor alternativa.....	20
2.3.1- Parámetros de evaluación.....	20

**CAPITULO III ANALISIS DE LOS ELEMENTOS DE LA MÁQUINA  
SELECCIONADA**

3.1- Determinación y selección de la geometría de cada elemento de acuerdo a la potencia de la maquinaria a utilizarse.....	24
3.1.1- Selección de molinetes.....	24
3.1.2- Selección de los ejes de los martillos.....	25

3.1.3-	Selección	de	los	
	martillos.....			26
3.1.4-	Selección	de	la	cámara
	molienda.....			26
3.1.5-	Selección	de	la	
	tolva.....			27
3.1.6-	Selección		de	
	zarandas.....			27
3.1.7-	Selección de la estructura.....			28
3.2-	Selección de rodamientos, chumaceras, bandas, poleas. ....			28
3.2.1-	Selección	de	bandas	y
	poleas.....			28
3.2.2-	Selección		de	
	chumaceras.....			30

#### **CAPITULO IV CONSTRUCCION Y MONTAJE**

4.1-	Diagramas de			
	procesos.....			32
4.2-	Diagramas de ensamble.....			51
4.3-	Pruebas de funcionamiento de los elementos.....			56
4.4-	Diagrama	y	estudio	de
	seguridad.....			57

#### **CAPITULO V VERIFICACIÓN Y OPERACIÓN DEL PROCESO**

5.1-	Determinación de la eficiencia y capacidad de la máquina.....			59
------	---	--	--	----

5.2- Elaboración de un manual de operación.....	60
5.3- Elaboración de un manual de mantenimiento.....	62

## **CAPITULO VI ANALISIS ECONOMICO**

6.1- Presupuesto.....	67
6.2- Análisis económico.....	67
6.2.1- Análisis económico financiero.....	67
6.3- Comparación con otra máquina existente en el mercado.....	68

## **CAPITULO VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

7.1- Conclusiones.....	69
7.2- Recomendaciones.....	69

<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	
	.71

### **ANEXOS**

### **PLANOS**



## LISTADO DE TABLAS

### Pág.

Tabla 2.1: Matriz de Evaluación.....	23
Tabla 2.2: Matriz de Decisión.....	23
Tabla 3.1 Diámetros de los agujeros de las zarandas y sus aplicaciones.....	28
Tabla 4.1: Estado de los elementos de la estructura.....	56
Tabla 4.2: Estado de los elementos del sistema de la cámara de molienda.....	56
Tabla 6.1: Lista del costo de materiales de la máquina.....	66
Tabla 6.2: Costo de operación de las máquinas-herramientas.....	66
Tabla 6.3: Costos de fabricación de los sistemas mecánicos de la máquina.....	67
Tabla 6.4: Costos de mano de obra.....	67
Tabla 6.5: Costos de otros gastos.....	67
Tabla 6.6: Costo total de la máquina.....	68
Tabla 6.7: Costo de un mecanismo similar comprado.....	68

## LISTADO DE FIGURAS

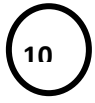
### Pág.

Figura	2.1	Molino	de
Piedra.....			14
Figura	2.2	Molino	de
Plato.....			15
Figura	2.3	Molino	de
Rodillos.....			17
Figura	2.4	Molino	de
Martillos.....			18
Figura 3.1 Estructura soporte del			
Molino.....			28
Figura	4.1	Máquina	balanceadora
construida.....			57

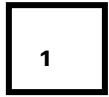
## NOMENCLATURA

<b>EM</b>	Energía Metalbozable.
<b>HP</b>	Caballos de Fuerza.
<b>w</b>	Peso del cuerpo
<b>n</b>	Velocidad angular de molino
<b>r</b>	Radio de giro
<b>g</b>	Aceleración de la gravedad
<b>δ</b>	Resistencia a la fluencia del material
<b>Pt</b>	Peso total
<b>RPM</b>	Revoluciones por minuto
<b>Dm</b>	Diámetro de la polea motriz
<b>dc</b>	Diámetro de la polea conducida
<b>Nm</b>	Revoluciones de salida del motor
<b>Nc</b>	Revoluciones de llegada
<b>L</b>	Longitud de paso de la banda
<b>C</b>	Distancia entre centros
<b>P</b>	Carga dinámica equivalente
<b>Fr</b>	Carga radial real
<b>Fa</b>	Carga axial real
<b>X</b>	Factor radial

**Y** Factor axial



Operación



Inspección

**P1** Piezas

**SE** Subensamble

**E** Ensamble

**V** Voltaje

## **RESUMEN**

El presente trabajo tiene como finalidad fundamental ayudar a solucionar, en parte, las necesidades del sector agrícola-ganadero del país, en lo que se refiere a maquinaria para la molienda de granos.

Se empieza determinando las necesidades de los molinos que existen en los sectores a los cuales esta destinado esta máquina.

Es de acotarse también, que el bajo costo del molino, resultado de un eficiente diseño y de la sencillez de su construcción, mucho mas accesible económicamente, que las máquinas importadas e inclusive que las de fabricación nacional.

Finalmente cabe destacarse la gran versatilidad de grados de molienda, que sé a logrado dar al molino, pudiendo abrirse una gran variedad de molienda, que van desde la gruesa hasta la fina para lo cual únicamente se debe cambiar de zaranda, que es de fácil remoción e intercambio.

La construcción de esta procesadora ayudará a reducir los costos y tiempo de procesamientos, operación y la mejora de tecnología, además los agricultores de esta región mejorarán su calidad de vida.

## INTRODUCCION

### **Definición del Problema:**

La finca del Sr. Jorge Pacheco ubicada en el cantón la Maná no disponen de un procesador de alimentos balanceados siendo la misma de mucha importancia para el desarrollo socioeconómico de la misma, por lo que se decide construir este procesador.

Este procesador a más de aportar al desarrollo de la finca, puede contribuir al progreso del cantón donde se encuentra ubicada la misma.

### **OBJETIVOS**

- **General.-** Construir el procesador de alimentos balanceados para la finca ubicada en el cantón la Maná.
- **Específicos:**
  - Estudiar los alimentos a procesarse.
  - Realizar un análisis de elementos que comprende la máquina
  - Realizar levantamiento de planos de construcción, general.
  - Construir los elementos de la máquina.
  - Realizar montaje de las partes.
  - Realizar pruebas de operación.
  - Verificar la eficiencia y funcionamiento.
  - Realizar un manual de operación y de mantenimiento.
  -

## **ALCANCE**

La construcción de este procesador ayudará a reducir los costos y tiempo de procesamientos, operación y la mejora de tecnología, además los agricultores que laboran en la finca podrán realizar un trabajo más óptimo en beneficio de la misma y así logran mejorar su calidad de vida.

## **JUSTIFICACIÓN**

Esta máquina va a cubrir todos las demandas y necesidades de la finca del Sr. Jorge Pacheco ubicada en el cantón la Maná, en la cuál mejorará su producción y reducirá sus costos y tiempo, por esta razón y debido a sus requerimientos se a decidido construir una máquina procesadora de balanceados.

# CAPITULO I

## GENERALIDADES

### 1.1- Estudio de alimentos balanceados

En el estudio de la nutrición y alimentación de los animales, es necesario interesarse por la alimentación de los animales debido a que hay sustancias que son la materia prima fundamental para la producción animal. En los animales domésticos utilizados para la producción de fibras, es necesario preocuparse por la conversión eficaz de los alimentos en productos útiles para el uso y el placer de los hombres. Por lo tanto, en ciertos conocimientos sobre la composición química nutrimental de los alimentos más comúnmente utilizados proporcionarán una mejor comprensión de la nutrición aplicada de los animales.

Se utiliza una variedad muy grande de alimentos para la alimentación de animales en todo el mundo; se han clasificado más de 2000 productos diferentes hasta cierto punto como alimentos para los animales.

El procesamiento de alimentos puede llevarse acabo haciendo modificaciones físicas, químicas, térmicas, bacterianas o de otra índole a un ingrediente nutrimental antes de proporcionarlo a los animales. Los alimentos deben procesarse para alterar su forma física o el tamaño de la partícula, conservarlos, aislar porciones especifica, mejorar la aceptabilidad o la digestibilidad, modificar la composición nutrimental o eliminar algún elemento tóxico.

Generalmente, los métodos de preparación de un alimento se vuelven más importantes a medida que aumenta el nivel de alimentación para los animales y cuando se desea obtener una producción máxima. Esto se debe a que los animales alimentados en forma más intensa que lo normal se vuelven más selectivos.



## **1.2- Clasificación y tipos de alimentos a producirse.**

### **1.2.1- Clasificación de los alimentos a producirse.**

En la clasificación se hablara sobre los granos que van a ser procesados en la molienda. En esta clasificación se incluyen los múltiples granos de cereales y algunos de los subproductos de su molienda, tales como:

Maíz, trigo, arroz, cebada, avena, mijo, centeno.

Los alimentos con alta energía tienen generalmente niveles de proteína que van de moderado a bajo. Sin embargo, varios de los alimentos ricos en proteína podrían incluirse de acuerdo a su energía disponible.

### **1.2.2- Tipos de los alimentos a producirse**

Los miembros de la familia de los pastos que se cultivan principalmente por sus semillas producen los granos de cereales. Naturalmente, una porción de estos granos esta destinada para alimentar a los humanos. Y los tipos de alimentos son:

El **maíz** puede consumirse como palomitas de maíz, hojuelas, harina, almidón, pero la cantidad que se utiliza en esta forma es muy pequeña comparada con la que se destina a la alimentación de animales.

El **trigo** y el **arroz** se cultivan principalmente para consumo de los humanos, aunque grandes cantidades de trigo pueden destinarse a la alimentación de animales.

La **cebada** y la **avena** aunque no son buenos alimentos, han perdido relativamente parte de su importancia debido a que no brindan un rendimiento tan eficaz como el que brindan otras plantas de grano que se utiliza para la alimentación.

Otros granos, como el **mijo** y el **centeno** tienen solo un uso ilimitado como alimento.

El **trilical**, que es una mezcla de trigo y centeno, se produce solamente en pequeñas cantidades.

### **1.3- Características y componentes de los balanceados**

#### **Materias primas.**

Una diversa gama de productos de origen vegetal y animal entre los que se incluyen granos de cereales, semillas de leguminosas, raíces, residuos industriales y harinas de origen animal y vegetal etc.; pueden ser utilizados en la alimentación animal.

Los alimentos vegetales es buena fuente de carbohidratos fermentables, fibras, lípidos, vitaminas y en algunos de proteínas, pero presentan limitaciones en la calidad de dichas proteínas por la carencia de algunos aminoácidos esenciales.

Las materias primas de origen animal son un gran recurso para suministrar proteínas de alto valor biológico, así como minerales, vitaminas en especial del complejo B, y algo de grasa.

Para que una materia prima pueda ser empleada en la alimentación animal debe cumplir los siguientes requisitos:

1. - Poseer dentro de su composición una cantidad importante, más o menos constante en algún nutrimento.
2. - Ser gustosa para el paladar del animal.
3. - Favorecer el mantenimiento de la condición corporal e incrementar la producción.
4. - Presentar un precio favorable y estar disponible constantemente en el mercado.
5. - Carecer de compuestos tóxicos para el animal y los consumidores.

Los pastos constituyen la base fundamental de la dieta alimenticia en los rumiantes y contribuyen al mantenimiento de los mono gástricos herbívoros, como el caballo y el conejo.

Las leguminosas de pastoreo y las plantas arbustivas aportan compuestos nitrogenados y minerales, calcio y azufre a los herbívoros que la consumen.

Ante el alto costo de los granos de cereales como maíz, sorgo, trigo, cebada, arroz y de las semillas de las leguminosas y oleaginosas como soya, algodón y ajonjolí, por la creciente demanda de estos productos para el consumo humano, y actualmente se recurre al empleo de subproductos de estas materias primas para la nutrición animal. Estos subproductos contienen un mayor porcentaje de proteínas y de fibra cruda y aportan mayor energía con respecto al grano entero.

Las raíces y tubérculos, como la papa, yuca, remolacha y la zanahoria, son empleada como fuente de energía en la alimentación de porcinos, equinos y conejos, pero su limitante es el alto contenido de agua y la presencia de algunos factores antinutricionales, solanina en la papa y el ácido cianhídrico en la yuca, los cuales se pueden eliminar con el uso del calor dado su carácter termolabil.

Los residuos agroindustriales como los tamos, socas y cascarillas han sido evaluados en la alimentación de los rumiantes pero tienen como limitantes el bajo contenido de proteínas crudas y la presencia de residuos tóxicos, de pesticidas y fungicidas.

Los subproductos de matadero, harina de sangre, hueso, carnes mixtas y plumas, presentan una composición química muy variables de acuerdo con el tejido utilizado, y el tipo de procesamiento al que son sometidos. Estos subproductos presentan un alto contenido de proteínas, pero sus limitantes para emplearlos son su baja digestibilidad, y la contaminación con microorganismos patógenos, especialmente cuando las prácticas de higiene son deficientes durante su procesamiento y almacenamiento.

Las harinas de pescado difieren en su composición de acuerdo con el tejido utilizado, el tipo de procesamiento empleado. Constituye una excelente fuente de proteínas, pero entre sus limitantes se encuentran la contaminación con bacterias y hongos, con la subsecuente presencia de metabolitos tóxicos como la mullerosina, que causa el vómito negro en las aves.

**Materias primas energéticas.**

**Maíz.-** Dentro de los cereales es el que aporta mayor energía por su alto contenido de almidón (70%) y grasa (30%), además de ser una fuente de ácidos grasos esenciales como el linoleico. Su contenido de proteínas es bajo, el 9%, especialmente de aminoácidos como lisina y triptofano y el bajo contenido de fibra cruda (2%), sumado al aporte considerable de grasas, la convierte en un alimento muy apetecido por los animales. Condiciones de humedad excesiva en el grano (mayor del 13%) durante la cosecha y su almacenamiento, asociados con alta temperatura y mucha humedad ambiental, favorece el crecimiento de hongos, pues permite el desarrollo de aflatoxinas, ocratoxinas y zearalenona, microtoxinas que afectan severamente el hígado y el riñón de los animales.

**Sorgo.-** Este grano contiene del 9 al 13% de proteínas y 3% de grasas. Algunas variedades contienen tanino, sustancias indigeribles que afectan el aprovechamiento de los carbohidratos fermentables y estructurales. En el sorgo hay 70% de almidón, 2,5% de fibra cruda y es pobre con caroteno. El grano de sorgo almacenado con humedad mayor del 15% permite el desarrollo de aflotoxinas.

El sorgo debe ser molido para un mayor aprovechamiento aumentando el área de exposición para mejorar así su digestibilidad.

En general el sorgo puede sustituir al maíz en pesos iguales pero con el valor de EM (energía metabolizable) es levemente menor que el del maíz.

**Trigo.-** Contiene entre 11 y 16% de proteínas, 2% de grasa y 2,5% de fibras, y es una buena fuente de fósforo, especialmente para cerdos y aves.

El trigo debe ser molido grueso antes de administrarse. Los subproductos del trigo, como el salvado, constituido principalmente por el tegumento externo del grano, la magolla o granillo de segunda y las harinas de tercera, aportan un mayor contenido de proteínas, grasas y fibras que el grano entero, proporcionando de ese modo un menor aporte energético.

El trigo y sus subproductos actúan al nivel del intestino, como un alimento voluminoso y de fácil hidratación, lo que contribuye a regular el funcionamiento del aparato digestivo, evitando el estreñimiento.

**Avena.-** En promedio posee 13% de proteína cruda y 11% de fibra; es un alto contenido debido principalmente al grosor de sus tegumentos externos, la cual le disminuye a su vez aporte energético.

Debido al contenido relativamente bajo de energía de la avena, no debe constituir más del 20% de los granos de cereal en la dieta, en base a ella la avena finalmente molida puede reemplazar al maíz kilogramo por kilogramo.

**Cebada.-** Contiene 12,5% de proteínas, menos del 2% de grasas y el 5% de fibra, con un alto porcentaje de glucanos que reducen su poder energético. La principal utilización de la cebada, se encuentra en la industria cervecera, la cual libera una serie de subproductos para la alimentación animal,

Entre estos subproductos está el germen de malta y el afrecho de cervecería con mayores aportes de proteínas, grasas y fibras, con respecto al grano entero.

**Arroz.-** Entre los subproductos de la industria arrocera, empleados en la alimentación animal figura el polvillo cono, integrada por el tegumento externo del grano, presenta limitaciones por su alto contenido de sílice. El subproducto del arroz se compone de una parte de cascarilla que es la capa que cubre el grano integral y granos partidos. Estos subproductos aportan un buen nivel energético por su alto contenido de grasa (13%) y son buenas fuentes de ácido linoleico, pero presentan límites, por favorecer el desarrollo de acrotoxinas en casos de humedad excesiva en el grano y por contener residuos de insecticidas y pesticidas.

**Caña de azúcar.-** El azúcar morena sin refinar, y la maleza o miel fina son subproductos que presentan un bajo contenido proteico (menos del 3%), pero poseen un adecuado nivel

energético representado en carbohidrato fermentable de fácil asimilación, además de ser muy palatables, circunstancia que favorece su consumo.

Los limitantes de la melaza son su bajo nivel proteico y su alto contenido de potasio, lo cual tiene efectos de laxantes.

**Grasas y vegetales.-** Los aceites de palma africana y el recuperado de soya, son fuente de energía y ácidos grasos insaturados, principalmente linoleico y son más digestibles que el sebo.

### **Materias primas proteicas**

**Soya.-** Este grano contiene 38% de proteínas. La torta de soya, obtenida mediante la trituración y el calentamiento del grano con el fin de extraer el aceite, contiene entre el 44 y 50% de proteínas, de 1 al 5% de grasas y del 5 al 6% de fibra.

El grano y la torta deben ser calentados a una temperatura de 100°C durante 30 minutos y de 116 a 120°C durante 4 minutos, respectivamente, con el fin de eliminar los factores antitripsinicos que disminuyen la digestibilidad de las proteínas. El calentamiento excesivo puede provocar la formación de compuestos indigestos y disminuye la disponibilidad de la lisina.

El grano de soya es una buena fuente de ácido linoleico, presenta limitaciones en aminoácidos azufrados como la metionina y la cistina, y por ello debe combinarse con los cereales o subproductos de origen animal, convirtiéndose así en una fuente de proteínas excelentes para mono gástricos y actuando como una proteína sobrepasante de rumiantes.

**Algodón.-** La torta de algodón obtenida en el proceso de separación del aceite contiene del 40 al 46% de proteína cruda, del 1,5 al 7% de grasa y de 8 al 12% de fibra cruda. Es una buena fuente de proteínas para mono gástricos, teniendo como limitantes el bajo contenido de lisina y la presencia del gossipol, metabólico tóxico, en especial para los porcinos y aves, el cual puede eliminarse con el uso del calor, el desengrase de la torta o el empleo del sulfato ferroso.

La cascarilla del algodón es una materia prima voluminosa que contiene un adecuado nivel de proteínas.

**Ajonjolí.-** La torta de ajonjolí contiene entre 36 y 44% de proteínas cruda y del 6% de grasa, y es un alimento empleado con frecuencia en la dieta de aves y porcinos, a pesar de su deficiencia en lisina.

**Girasol.-** La torta de girasol posee 30% de proteína cruda, el 2% de grasa y 26% de fibras crudas, pero tiene como limitante su bajo contenido de lisina y el reducido aporte energético, debido a su alto nivel de fibra.

**Maní o cacahuate.-** La torta de maní presenta 43% de proteína cruda, 7,5% de grasa y 13% de fibra cruda, es un alimento muy apetecido por las aves y porcinos. Por su alto contenido de zinc favorece el desarrollo de las aflatoxinas, que constituyen su principal limitante.

**Palma africana.-** La torta de palma africana o palmiste aporta 18,5% de proteínas, 1,7 de grasa y 15% de fibra. Es poco apetecida por los animales por su sabor amargo.

**Harina de sangre.-** Proviene de la deshidratación de la sangre líquida y contiene entre el 70 y 80% de proteína cruda.

El contenido de lisina disponible oscila entre el 1 y el 3%. Se emplea en la dieta de cerdos, aves, peces y reptiles. Sus principales límites son la baja digestibilidad y palatabilidad.

**Harina de carne.-** Esta dieta incluye trozos de carne, tendones, intestinos y fetos. Su contenido de proteínas oscila entre 45 y 60%, mientras que la grasa está entre 5 y 18%, según la cistina, pero es diferente en lisina.

La harina mixta, carne y hueso contiene de 40 a 50% de proteína cruda.

**Harina de plumas.-** Solo o mezclada con otros subproductos de origen avícola, como intestino, sangre y agua de lavado, configura la denominada tortave. Contienen entre el 75 y el 85% y del

60 al 64% de proteína cruda, respectivamente. Las plumas deben tratarse a 125°C durante 45 minutos con el fin de hidrolizar la queratina.

**Harina de pescado.-** contiene de 50 a 70% de proteína cruda, del 15 al 20% de cenizas y del 5 al 10% de grasa, y es una buena fuente de metionina y lisina.

Se emplea en porcinos, aves, peces y reptiles. En rumiantes actúan como proteínas sobre pasantes.

**Lactosuero o suero de quesería.-** Constituye una buena fuente de energía por su contenido de lactosa, y aporta una proteína de mayor calidad que la de los cereales; se emplea principalmente en la alimentación de porcinos.

#### **Fuentes minerales.**

En la actualidad se informa 22 minerales como elemento esencial para la alimentación de animales. Se clasifican en macro elementos (calcio, fósforo, sodio, cloro, magnesio y azufre) y micro elemento (hierro, yodo, zinc, cobre, magnesio, cobalto, molibdeno, selenio, cromo, estaño, vanadio, flúor, sílice, níquel y arsénico).

Los requerimientos alimenticios del animal son suplidos en cierta parte por el consumo de granos, tubérculos y oleaginosas.

Los subproductos de origen animal aportan calcio, fósforo, hierro, zinc y selenio, mientras que el trigo es una fuente de fósforo.

Cuando el aporte no cubre las necesidades alimenticias del animal se recurre al empleo de suplementos obtenidos a partir de fuentes inorgánicas como la roca fosfórica, la piedra caliza, las flores de azufre, y el fosfato bicalcico, etc. La suplementación de minerales se realiza mediante las sales mineralizadas, que corresponden a una mezcla de cloruro de sodio, calcio, fósforo y otros macro elementos y micro elementos, además por los suplementos minerales que



no contienen cloruro de sodio, y la premezcla mineral constituida por micro elementos que van a ser dispersos en un núcleo alimenticio.

#### **Fuentes de vitaminas.**

Los principales recursos de vitaminas liposolubles A, D, E y K, son la leche pura, el aceite de hígado de bacalao, las semillas de oleaginosas, los cereales y los subproductos de molinería.

Las vitaminas hidrosolubles, C y complejo B, están ampliamente distribuidas en las harinas de origen animal, los subproductos de cereales, los derivados lácteos, las levaduras de alimentos secos y las tortas de semillas oleaginosas.

En el ámbito comercial se encuentra una amplia gama de suplementos vitamínicos, protegidos contra la acción de los principales agentes que desnaturalizan las vitaminas, como son la humedad, el calor, la luz, los metales pesados y los procesos de oxidación y reducción.

## **CAPITULO II**

### **ESTUDIO DE ALTERNATIVAS**

## **2.1- Identificación de las alternativas**

### **2.1.1- Primera alternativa**

#### **Molinos de piedra**

La molienda del grano para convertirlo en harina entre dos superficies lisas de piedra es el método más simple, y debe haber sido la técnica más antigua. Los molinos de piedra accionados manualmente, conocidos como molinillos de mano, consisten en una base de piedra circular encima de la cual gira una segunda piedra. El grano es alimentado por el centro de la piedra superior y se muele a medida que, por acción de la rotación, se desplaza entre las piedras hacia los extremos. Los grandes molinos de piedra que se fabrican localmente se accionan por medio de energía animal o hidráulica.

Comúnmente se encuentran también molinos de piedra accionados por motores diesel o eléctricos. Este tipo de molino puede producir no sólo la molienda gruesa sino también harinas finas que son difíciles de obtener con otras técnicas de molienda a pequeña escala. Los pequeños molinos de piedra comerciales se encuentran disponibles en varios países, y las piedras se pueden colocar en forma horizontal o vertical. El aspecto más importante a tomarse en cuenta es la calidad de la piedra y la precisión de la superficie labrada.

Especificaciones de un molino de piedra:

Molino de piedra

Procesamiento: Apto para la mayoría de los cereales y menestras.

Fuente de energía: Manual.

Capacidad: 225-270 kg./h.

Aplicable: Propiedad de un cliente individual o de una cooperativa.

Comentarios: Este molino fabricado resulta especialmente apropiado para la molienda fina.

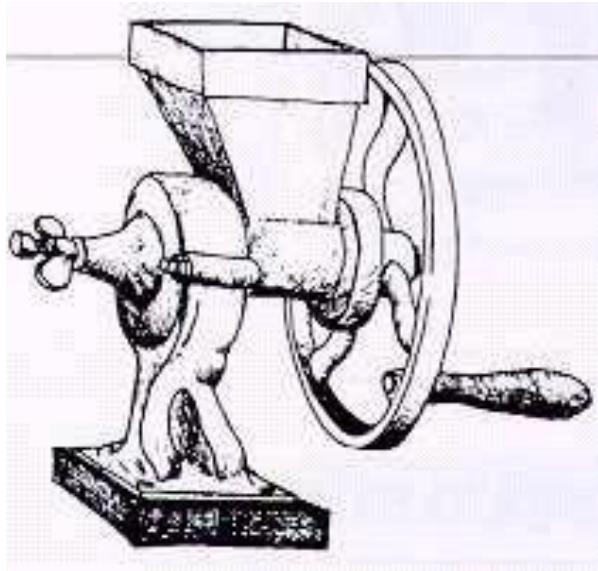


Figura 2.1 Molino de Piedra

### **2.1.2- Segunda alternativa**

#### **Molinos de plato**

Los molinos de plato son una adaptación de las piedras de moler tradicionales, que muelen el grano por la constante fricción. En este tipo de molino, dos platos de metal se montan en un eje horizontal, de manera que uno o ambos platos rotan y el grano se muele entre ellos. La presión entre los platos gobierna la fineza del producto y se gradúa por medio de un tornillo de mano. El grano se muele finamente, hasta que sale y cae en un saco o recipiente. Las partes más utilizadas son los platos. Si hay una fundición, los platos pueden fabricarse localmente.

Los molinos de plato son muy efectivos para el molido de granos húmedos tales como el maíz. Se puede añadir agua cuando ésta se requiera, vertiéndola en el canal de alimentación. Hay muchos molinos de plato manuales disponibles, pero el trabajo tiende a ser muy duro y los

niveles de producción bastante reducidos (generalmente menos de 10 kg./hora). Sin embargo, son más efectivos que los molinos de martillo o las piedras de moler y su producto es más fino. Si el grano se muele húmedo debe cocinarse a la brevedad.

También se encuentran disponibles algunos molinos a energía. A los molinos manuales, por lo general, se les pueden adaptar pequeños motores de más de 1 HP para aumentar los niveles de producción y reducir la cantidad de mano de obra requerida. Equipos más grandes accionados con motores diesel o eléctricos de 3 HP o más están disponibles en el mercado.

Especificaciones de un molino de plato

Molino de disco

Procesamiento: Granos húmedos y secos.

Fuente de energía: Eléctrica.

Capacidad: trifásico 6,6 HP.

Aplicable: Agricultor a pequeña escala.

Comentarios: Resulta muy apropiado para harinas y cereales (quinua y otros) y para especias y granos húmedos.

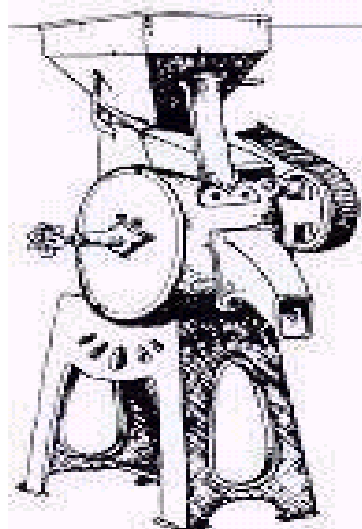


Figura 2.2 Molino de Plato

### **2.1.3- Tercera alternativa**

#### **Molinos de rodillo**

Un molino de rodillo consiste en un par de rodillos que giran en sentido opuesto. Uno de ellos gira más rápidamente que el otro, para permitir que la cáscara se retire del grano. Un rodillo está sostenido por un soporte fijo, el otro se coloca en paralelo por medio de un resorte ajustable, de modo que la separación y, por lo tanto, la textura de molienda pueda ser adaptada. Los molinos de rodillo por lo general operan en serie: cada uno produce una harina de grano más fino. Existe una distinción entre los elementos que intervienen en cada etapa. Si bien los pequeños molinos de rodillo se hallan disponibles, la tecnología utilizada resulta demasiado sofisticada y costosa para la población rural y, por lo general, se encuentra en las áreas urbanas para la producción de harina de trigo y maíz.

#### Especificaciones

Molino de rodillos

Procesamiento: Maíz

Fuente de energía: Manual.

Capacidad: 20kg. /h.

Aplicable: Agricultor a pequeña escala.

Requerimientos para la fabricación: Trabajo en hojalata, soldado, los discos deberán ser fundidos.

Comentarios: Puede producirse localmente. No resulta recomendable para la molienda fina.

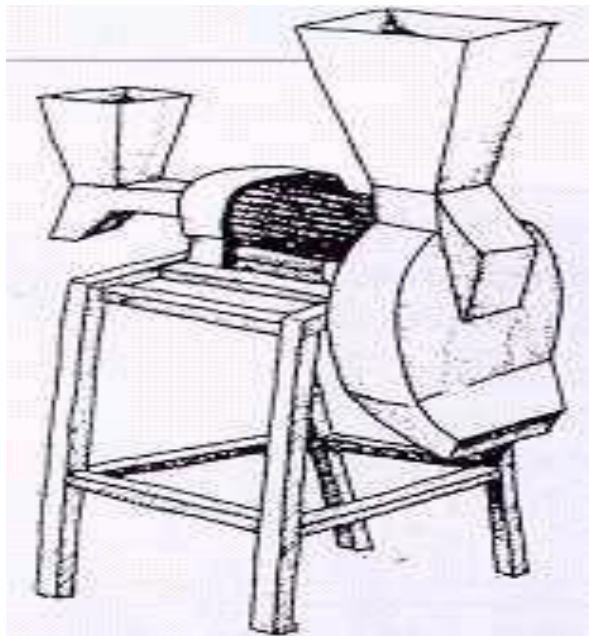


Figura 2.3 Molino de Rodillos

#### **2.1.4- Cuarta alternativa**

##### **Molinos de martillo**

Los molinos de martillo consisten en una cámara circular en la cual se instalan martillos fijos a giratorios que rotan a alta velocidad moliendo el grano. El grano molido pasa a través de un cernidor removible -colocado en la base inferior de la cámara - a un saco, o puede ser aspirado por un ventilador ubicado en la parte superior del canal de salida. La abertura de la

malla en el cernidor determina el tamaño de las partículas: los agujeros de 1 mm son apropiados para el consumo humano; los de 3 mm, para la alimentación animal.

Los martillos del molino deben ser de acero endurecido. Los martillos de acero blando tiene, vida corta. Pueden fabricarse buenos martillos utilizando las hojas de los amortiguadores de los camiones Land Rover. Éstos deben reemplazarse cada tres meses, según la frecuencia de operación. Durante ese período, cada martillo podrá cambiarse de posición para aprovechar la parte que no se ha desgastado.

Tanto los molinos de plato como los de martillo resultan igualmente apropiados para la molienda en seco: optar por uno u otro dependerá de factores tales como costos, disponibilidad, tipo de producto y tradición. Los molinos de martillo pueden ser usados por personal no calificado y son muy útiles cuando se dan servicios de molienda. Una vez instalados, pueden usarse por mucho tiempo sin requerir de adaptaciones y pueden dar como resultado un producto uniforme. Los molinos de martillo no resultan apropiados para la molienda húmeda.

Especificaciones de un molino de martillos

Procesamiento: Maíz, sorgo, mijo.

Fuente de energía: Motor eléctrico /diesel (2-20 HP).

Capacidad: 70-200 kg./h para unidades pequeñas y 400-250 kg./h para unidades grandes.

Aplicable: Agricultor a gran escala, cooperativa.

Comentarios: Si se cuenta con la habilidad y con los requerimientos de fabricación, los molinos de martillo pueden elaborarse localmente.

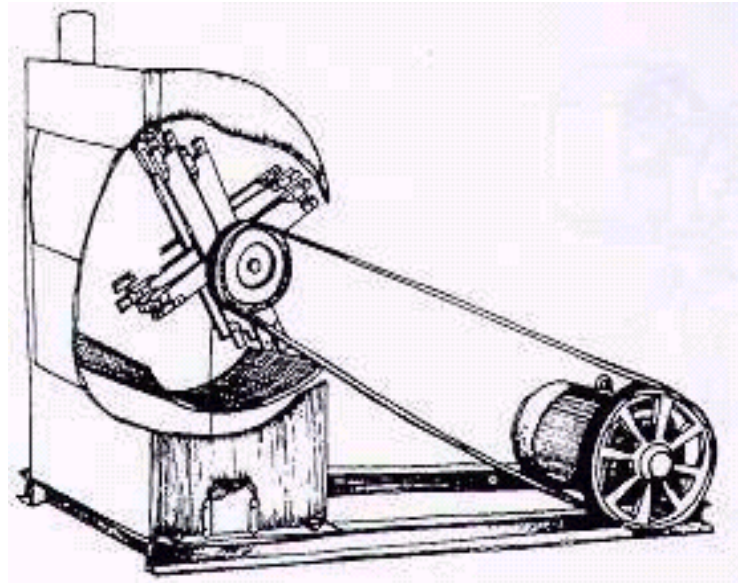


Figura 2.4 Molino de Martillos

## **2.2- Análisis de factibilidad del proyecto.**

En este subcapítulo, se empieza a analizar las ventajas y desventajas de las alternativas para definir y analizar los requerimientos apropiados, para poder elaborar la máquina apropiada.

### **2.2.1- Primera Alternativa**

#### **Molino de Piedra**

#### **Ventajas**



- Sirve para realizar una mejor molienda en lo que es los granos finos.
- Sus piedras pueden colocarse tanto horizontalmente como verticalmente para un mejor trabajo.

#### **Desventajas**

- La estructura no tiene la base adecuada.
- El costo de la máquina es mayor que la máquina de la segunda alternativa.
- El mantenimiento es muy costoso debido a que las piedras deben ser muy bien labradas.

### **2.2.2- Segunda Alternativa**

#### **Molino de Plato**

##### **Ventajas**

- Sirve para realizar la molienda de granos húmedos.
- Fácil empleo.
- La fuerza utilizada para el movimiento de los platos es mínima.
- El costo es bajo

##### **Desventajas**

- Los niveles de producción son bastantes reducidos.

### **2.2.3- Tercera Alternativa**

#### **Molino de Rodillo**

##### **Ventajas**

- Son operables en serie para una mejor molienda del grano.
- Fácil empleo.
- Permite retirar la cáscara del grano a ser molido.

### **Desventajas**

- Es muy costoso para una población rural.
- No resulta recomendable para la molienda fina

### **2.2.4- Cuarta Alternativa**

#### **Molino de Martillos**

#### **Ventajas**

- Son apropiados para la molienda en seco.
- Fácil empleo.
- Se puede utilizar mucho tiempo sin requerir adaptaciones.
- El costo es bajo.

#### **Desventajas**

- No resultan apropiados para la molienda húmeda.

### **2.3- Selección de la mejor alternativa.**

#### **2.3.1- Parámetros de evaluación**

Para la evaluación de cada una de las alternativas, se asigna un valor  $X_i$  a los parámetros de selección, que se han considerado los puntos más principales que nos permitirán seleccionar la mejor alternativa.

La determinación de los valores  $X_i$  sujetara a la importancia del parámetro y su valor de estudio estará entre:

$$0 < X_i \leq 1$$

En función de las ventajas y desventajas que presentan las alternativas, se analizará cada parámetro y la alternativa que obtenga el valor más alto en la calificación de parámetros será el seleccionado para ser construido.

Los parámetros de selección que se han considerado como los más importantes, son los siguientes, los mismos que están divididos en tres aspectos (técnico, económico y complementario):

**Aspecto Técnico:**

- Funcionamiento
- Utilidad
- Facilidad de Operación y Control
- Mantenimiento
- Materiales
- Proceso de Construcción
- Fiabilidad

**Aspecto Económico:**

- Costo de Elaboración
- Costo de Ejecución

**Aspecto Complementario:**

- Dimensión
- Tamaño

A continuación se define cada uno de los parámetros:

**Funcionamiento:** Habla acerca de las diferencias de las cámaras de molienda y hace que la misma cumpla con los fines para la que fue construida. Por la importancia de este parámetro se da un valor de 0.8.

**Utilidad:** Este parámetro se refiere a que se debe tener un alto grado de seguridad para que la máquina cumpla con la finalidad con la que fue creado. Se le asigna un valor de 0.8.

**Facilidad de Operación y Control:** Las máquinas presentadas deben perseguir una finalidad primordial, la misma que constituye en la facilidad y sencillez de manipular y revisar. A este parámetro se le asigna un valor de 0.7.

**Mantenimiento:** Es importante para que esta máquina se mantenga en un perfecto funcionamiento, además dependiendo de la dificultad del sistema necesitamos ver la disponibilidad de los posibles repuestos. Tomando en cuenta lo anterior se le da un valor de 0.6.

**Materiales:** Trata del material recomendable y su facilidad de adquisición para que la construcción sea óptima. Este parámetro tiene un valor de 0.4.

**Procesos de Construcción:** Todas las alternativas, requieren de piezas, instrumentación, elementos con tolerancia de construcción y necesitan de maquinaria adecuada que permitan obtenerlas, por lo que se da a este parámetro un valor de 0.7.

**Fiabilidad:** este factor es muy importante y trata de evaluar el funcionamiento satisfactorio de cada una de las alternativas. Su valor es de 0.8.

**Costo de Elaboración:** Reviste de gran importancia en una adecuada decisión, para la selección de la máquina, como la construcción no se la realiza en serie, se trata de buscar la alternativa más económica y su parámetro tiene un valor de 0,6.

**Costo de Ejecución:** Una vez construido la máquina, se busca ahorrar la energía utilizada en el proceso de operación. Su valor es de 0.6.

**Dimensión:** Se refiere al espacio ocupado por la máquina. El valor de este criterio es de 0.2.

**Tamaño:** Trata de la técnica de cada uno de los mecanismos. También se le asigna un valor de 0.2.

Tabla 2.1: Matriz de Evaluación

PARAMETROS DE EVALUACION	F. Pond.	ALTERNATIVAS			
	$X_i$	1	2	3	4
Funcionamiento	0.8	0.5	0.7	0.6	0.7
Utilidad	0.8	0.5	0.5	0.5	0.6
Factor de operación y control.	0.7	0.5	0.5	0.5	0.6
Mantenimiento	0.6	0.2	0.3	0.4	0.5
Materiales	0.4	0.2	0.4	0.4	0.4
Proceso de fabricación	0.7	0.2	0.5	0.4	0.5
Fiabilidad	0.8	0.5	0.5	0.5	0.5
Costo de elaboración	0.6	0.6	0.4	0.4	0.4
Costo de ejecución	0.6	0.5	0.6	0.4	0.5
Dimensión	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2
Tamaño	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1

Tabla 2.2: Matriz de Decisión

PARAMETROS DE EVALUACION	ALTERNATIVAS			
	$1 \cdot X_i$	$2 \cdot X_i$	$3 \cdot X_i$	$4 \cdot X_i$
Funcionamiento	0.40	0.56	0.48	0.56
Utilidad	0.40	0.40	0.40	0.48
Factor de operación y control.	0.35	0.35	0.35	0.42
Mantenimiento	0.12	0.18	0.24	0.30
Materiales	0.08	0.16	0.16	0.16
Proceso de fabricación	0.14	0.35	0.28	0.35
Fiabilidad	0.40	0.40	0.40	0.40
Costo de elaboración	0.36	0.24	0.24	0.24
Costo de ejecución	0.30	0.36	0.24	0.30
Dimensión	0.04	0.02	0.02	0.04
Tamaño	0.02	0.02	0.02	0.02
<b>TOTAL</b>	<b>2.61</b>	<b>3.04</b>	<b>2.83</b>	<b>3.27</b>

Según las ventajas y desventajas obtenidas y las descripciones de los molinos anotados anteriormente se ha tomado como conclusión que el molino de martillos cumple con todas las necesidades que se necesita para la construcción.

## **CAPITULO III**

### **ANALISIS DE LOS ELEMENTOS DE LA MÁQUINA**

#### **SELECCIONADA**

#### **3.1- Determinación y selección de la geometría de cada elemento de acuerdo a la potencia de la maquinaria a utilizarse.**

##### **3.1.1- Selección de molinetes.**

El diseño de los molinetes comprende 2 aspectos fundamentales que son, en primer lugar la forma de cada uno de ellos y luego el material y las dimensiones que debe tener.

En cuanto a la forma, se le dará una forma circular ya que es de fácil balanceo, y su peso es disminuido, debido a las dimensiones.

En lo que se refiere al material debe atenerse a la oferta que exista en el mercado nacional; y es así, que de acuerdo a esto se debe contar con un acero ASTM A-46 (ver anexo) que es un acero de bajo contenido de carbono y que además tiene una buena soldabilidad, condición indispensable en este caso, por tanto el material para los molinetes será un acero de este tipo.

En cuanto a las dimensiones se tiene que, lo más importante es el espesor que deben tener los molinetes. El espesor debe justificarse, principalmente por razones de tipo constructivo como son: la soldadura que debe unir eje con molinetes y el maquinado de agujeros y ranuras.

Para sacar las condiciones del espesor de los molinetes debemos tener en cuenta la resistencia a la fatiga y se puede expresar en función del número de ciclos por medio de la siguiente fórmula empírica.

$$P_A = P_B (N_B / N_A)^C \quad (3.1)$$

Donde:

$P_A$  = Resistencia de la fatiga para  $N_A$  ciclos

$P_B$  = Resistencia a la fatiga para  $N_B$  ciclos

$C$  = Constante que varia entre 0.3-0.18 en el tipo de soldadura

Lo que significa que el espesor del molinete será de 6mm, que también estará de acuerdo con el maquinado de ranuras y agujeros que deben realizarse.

### 3.1.2- Selección de los ejes de los martillos.

El diámetro para seleccionar el eje de los martillos se debe tomar los siguientes factores. Estos ejes debidos al rozamiento constante con los martillos que son de un material mucho más duro acero CEAX (47A) (Ver anexo), están sujetos a un fuerte desgaste que ocasiona un debilitamiento en estos.

Considerando el conjunto de todos los martillos como un solo cuerpo, se tiene que el peso total es:

$$\begin{aligned} P_{\text{martillos}} &= 8 * 170 \text{ (g)} \\ &= 1380 \text{ (g)} \end{aligned}$$

La fuerza centrífuga debido a la rotación será :

$$P_c = (w * n^2 * r) / g \quad (3.2)$$

Donde:

$P_c$  = Fuerza centrifuga

$w$  = peso de cuerpo (Kg.)

$n$  = velocidad angular de molino (1/seg)

$r$  = radio de giro (m)

$g$  = aceleración de la gravedad ( $m/s^2$ )

$$P_c = \frac{1.38 * 0.10 * (35 * \pi)^2}{9.8 * (30)^2}$$

$$9.8 * (30)^2$$

$$P_c = 0.1878 \text{ Kg.}$$

La fuerza total será la suma de la fuerza centrífuga y el peso de los martillos.

$$P_t = P_{\text{martillos}} + P_c$$

$$P_t = 0.18 + 1.38$$

$$P_t = 1.56 \text{ Kg.}$$

Con el valor  $P_t$ , se puede calcular el esfuerzo admisible del eje para un diámetro adecuado .

Diámetro del eje = 20mm

Como se advierte, el diámetro seleccionado para el diseño es razonable, y hacen necesario que el factor de seguridad en este caso, sea un tanto alto y en consecuencia se haya escogido este diámetro para los ejes.

### **3.1.3- Selección de los martillos.**

El material debe tener gran resistencia al desgaste, que en el caso de la molienda puede ser provocado por impacto, abrasión y rozamiento entre martillos y el material en proceso. Por esta razón hace que se elija un acero aleado al manganeso. Además, teniendo en cuenta que el impacto del proceso es bajo, y se ha escogido para construir los martillos



un acero ASSAB-DF2 (ver anexo). Este acero puede ser templado, tratamiento térmico que se hace indispensable para dar la dureza requerida a los martillos.

#### **3.1.4- Selección de la cámara de molienda.**

En un molino de martillos, la naturaleza de los esfuerzos a los que esta sometida la carcasa es muy variada, se puede hablar de fuerzas de impacto por el choque del material a molerse, también abrasión de ciertos productos de molienda, como el maíz, además puede citarse la vibración producida tanto por el motor como por el proceso mismo de molienda.

Estos factores como se puede notar, son de orden sumamente complejos y el resolverlos a todos y cada uno de ellos, sale fuera del contexto de este trabajo. Por tanto el enfoque aquí será constructivo, se va especificar la forma y los materiales a utilizarse.

Para la construcción se utilizará una plancha de acero ASTM A-46 de espesor de 3mm, pero por el impacto ocasionado y por la abrasión especialmente, se lo ha escogido un espesor del material de 4mm.

La cámara de molienda presenta una forma de cubo para tener una construcción fácil debido a su sencillez de sus líneas.

También tiene una facilidad para el intercambio de zarandas, y así conseguir los distintos grados de molienda.

#### **3.1.5- Selección de la tolva.**

La forma de la tolva queda determinada por el siguiente criterio: la forma de una bandeja inclinada con una boca de descarga lo más amplia posible y además ensanchada hacia la parte posterior para facilitar la carga de los materiales a procesarse.

Un punto de especial interés, es la ubicación de la boca de alimentación, esto es , la boca debe ubicarse de tal manera, que los martillos , hagan un efecto de tijera. No debe descuidarse este aspecto debido a que esto disminuye en gran parte los esfuerzos para el corte.

Siendo la capacidad de almacenamiento de 20Kg. Y la forma de la tolva es un tronco de pirámide, el único aspecto que debe tenerse en cuenta es la altura, se ha tomado como una altura referencial de la tolva. Las restantes dimensiones quedan establecidas así:

La base mayor del tronco de pirámide será en cuadrado de 800\*800mm la base menor, lugar donde se efectúa la alimentación a la máquina será en rectángulo de 190\*300mm.

### **3.1.6- Selección de zarandas.**

El parámetro fundamental a considerarse en una zaranda es el diámetro de los agujeros que sirven para la salida de los productos, ya que estos dependen que el grado de la molienda sea grueso, media o fina.

Tabla 3.1 Diámetros de los agujeros de las zarandas y sus aplicaciones.

<b>TIPO DE MOLIENDA</b>	<b>Ø DE AGUJEROS</b>	<b>APLICACION</b>
GRUESA	12 mm	Forraje, alimentos para ganado
FINA	3 mm	Alimento balanceado para ganado.

En cuanto al material se dispone de acero ASTM A46 y por tanto se construirá con ese material.

### **3.1.7- Selección de la estructura.**

En la figura se muestra un esquema de la estructura con la forma y las medidas que va a tener.

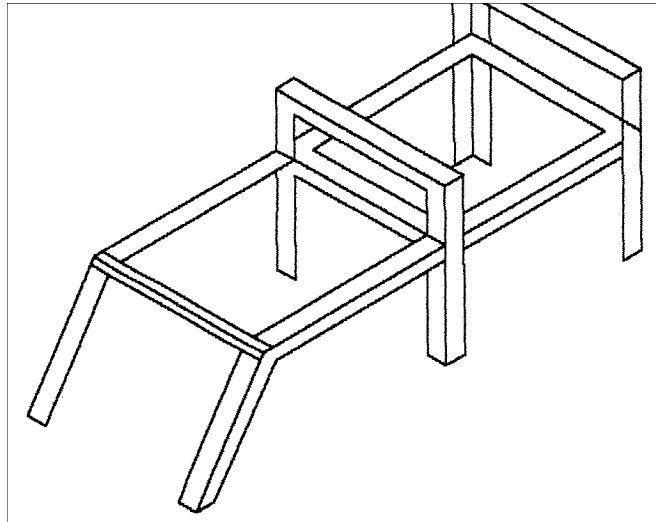


Figura 3.1- Estructura soporte del Molino

### 3.2- Selección de rodamientos, chumaceras, bandas, poleas.

#### 3.2.1- Selección de bandas y poleas.

Para realizar la selección de bandas y poleas previamente se cuentan con los siguientes datos:

- Potencia del eje del motor 20 (HP).
- Velocidad del eje del molino 2100 (RPM).
- Velocidad del motor eléctrico 1750 (RPM).

La relación de velocidad inicial es de 1750/2100 a lo que es lo mismo 0.83.

Calculo:

Con la potencia y las r.p.m. del motor se escoge el tipo de banda a utilizar:

Tipo de banda ECA-46 (Ver Anexo)

- **Revoluciones de llegada**

$$N_m \cdot D_m = N_c \cdot d_c$$

(3.3)

Donde:

$D_m$  = Diámetro de la polea motriz 175mm

$d_c$  = Diámetro de la polea conducida 140mm

$N_m$  = Revoluciones de salida del motor 1750rpm

$N_c$  = Revoluciones de llegada

Por lo tanto:

$N_c = 2100\text{rpm}$

Entonces la relación de velocidad es  $1750/2100 = \underline{140}$

175

- **Longitud y distancia entre centros**

$$L = 2 * C + 1.57 (D + d) + \frac{(D - d)^2}{4C} \quad (3.4)$$

Donde:

$L$  = Longitud de paso de la banda.

$C$  = Distancia entre centros 660mm

$D$  = Diámetro de polea grande 175mm

$d$  = Diámetro de polea pequeña 140mm

Por lo tanto se tiene:

$L = 1815.015\text{mm}$

- **Calculo de # de bandas**

Para una razón de velocidad 1 y un diámetro de poleas de 200mm se escoge una banda tipo ECA-46, luego la potencia transmitida por banda es de 12.25 HP. La distancia entre centros es de 660mm y el factor de corrección por arco y longitud es de 0.92.

Por tanto, calculando el número de bandas requeridas, se tiene:

$$\begin{aligned} \# \text{ bandas} &= \frac{\text{Potencia de diseño}}{(\text{HP/banda})(\text{factor de corrección})} && (3.5) \\ &= \frac{20 \text{ HP}}{12.25\text{HP/banda} * 0.92} \\ &= 1.77 \approx 2 \text{ Bandas} \end{aligned}$$

Para la selección de las bandas y poleas se tomara la velocidad del motor igual a la velocidad de la máquina, es decir con la máxima velocidad que se requiere del molino. Esta consideración se hace con la finalidad de que el motor no trabaje forzosamente alargando por tanto su vida útil, para un motor eléctrico, las poleas tendrán una relación entre sus diámetros de 1,25 en el eje del motor por 1 en el eje del molino.

Para una potencia de 20HP. El diámetro de la polea mínima recomendado es de 4,5pulg. Se escoge para el molino una polea de 100mm. Por ser esta la de mayor oferta en el mercado. Con un motor eléctrico se tendrá una relación de 1,25 a 1 en sus diámetros, lo que equivale a decir que, como en el molino se tiene una polea de 140mm. el diámetro de la polea del motor será de 175mm, para esto se escoge una banda tipo ECA46.

### **3.2.2- Selección de chumaceras.**

La selección de las chumaceras esta íntimamente ligado al eje. Seleccionado los soportes se proceden a calcular la duración de estos elementos con las condiciones a las que esta sometida la máquina.

Para esta selección se necesitan los siguientes datos:

Diámetro del eje = 40 mm

Capacidad de carga estática =  $C_o = 12500$  N

Fuerza axial =  $F_a = 15700$  N

Por tanto:

$$\frac{F_a}{C_o} = 1.256$$

$C_o$

Con  $F_a/C_o$  se selecciona un juego normal con los siguientes datos:

$$X = 0.56$$

$$Y = 1.5$$

Por tanto la carga dinámica equivalente es:

$$P = X * F_r + Y * F_a$$

Donde:

$P$  = Carga dinámica equivalente (N)

$F_r$  = Carga radial real (N)

$F_a$  = Carga axial real (N)

$X$  = Factor radial

$Y$  = Factor axial

Como  $F_r = 0$

$$P = Y * F_a$$

$$P = 23550 \text{ (N)}$$

Con estos resultados se escoge las siguientes chumaceras(Ver anexo)

<b>DESIGNACION</b>	<b>d (mm)</b>	<b>Capacidad de carga (N)</b>
FY40W	40mm	23600 N

## CAPITULO IV

### CONSTRUCCION Y MONTAJE

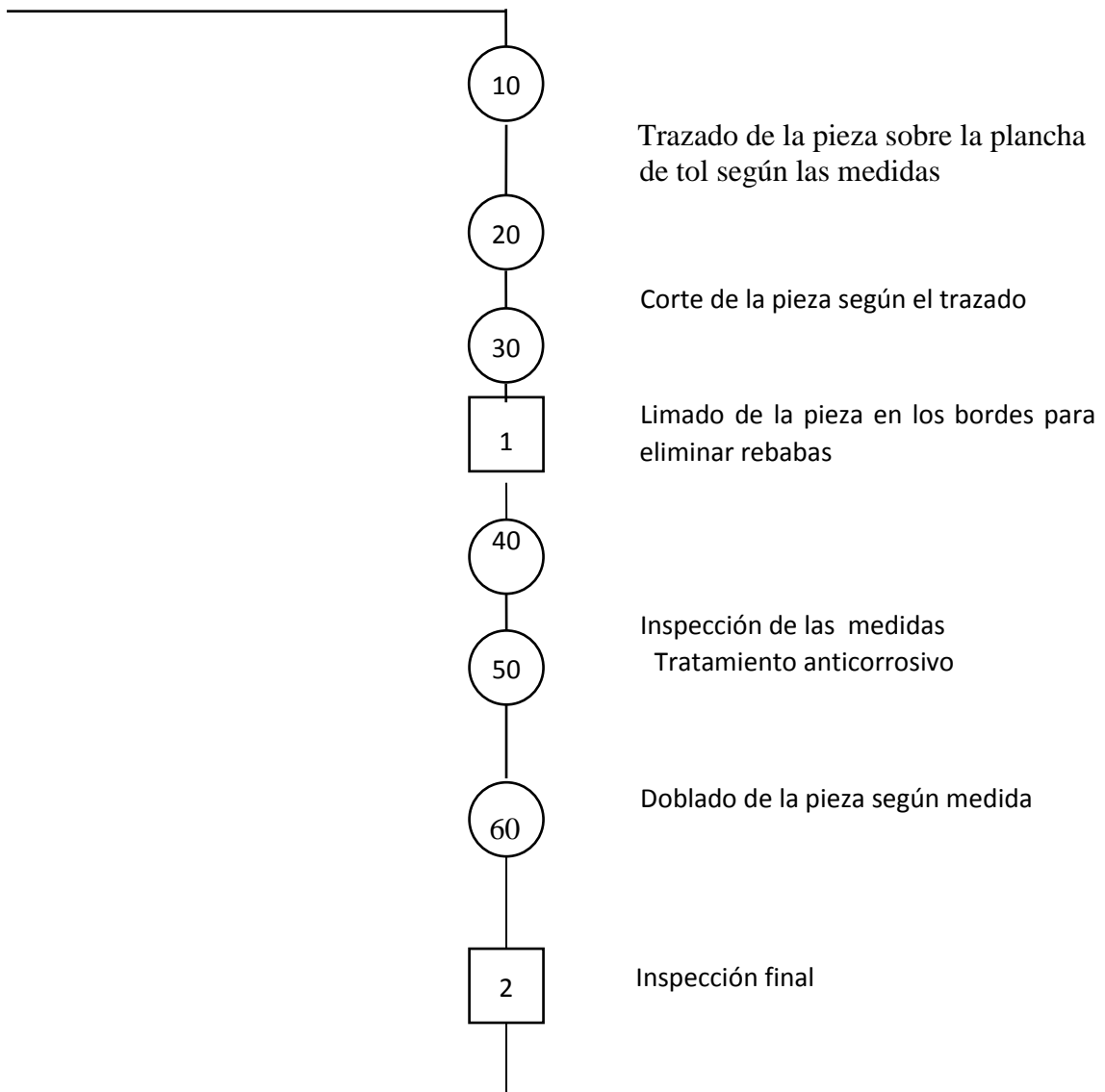
#### 4.1- Diagramas de procesos.

A continuación se presentan los diagramas en los diferentes sistemas de la máquina.

#### 4.1.1- Diagrama de proceso de fabricación del conducto de salida del producto según plano de construcción # 1

MATERIAL : ACERO ASTM A-46 (Plancha e = 2mm)

DIMENSIONES: 620\*600\*2 mm

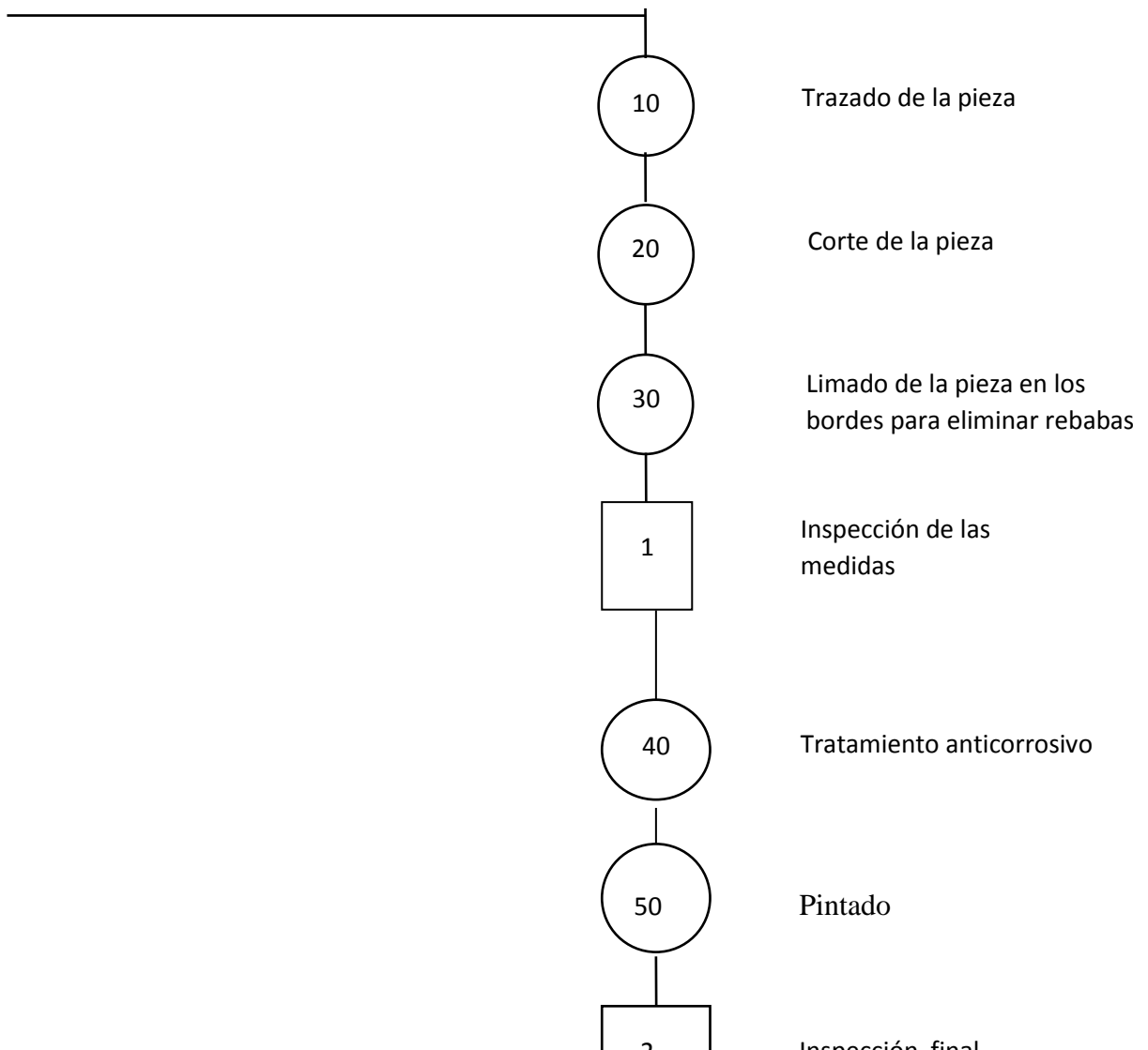


## Pintado de la pieza

### 4.1.2- Diagrama de proceso de fabricación de la pieza superior # 1 de la cámara de molienda plano de construcción # 2

MATERIAL : ACERO ASTM A-46 (Plancha e = 4mm)

DIMENSIONES: 510\*230\*4 mm



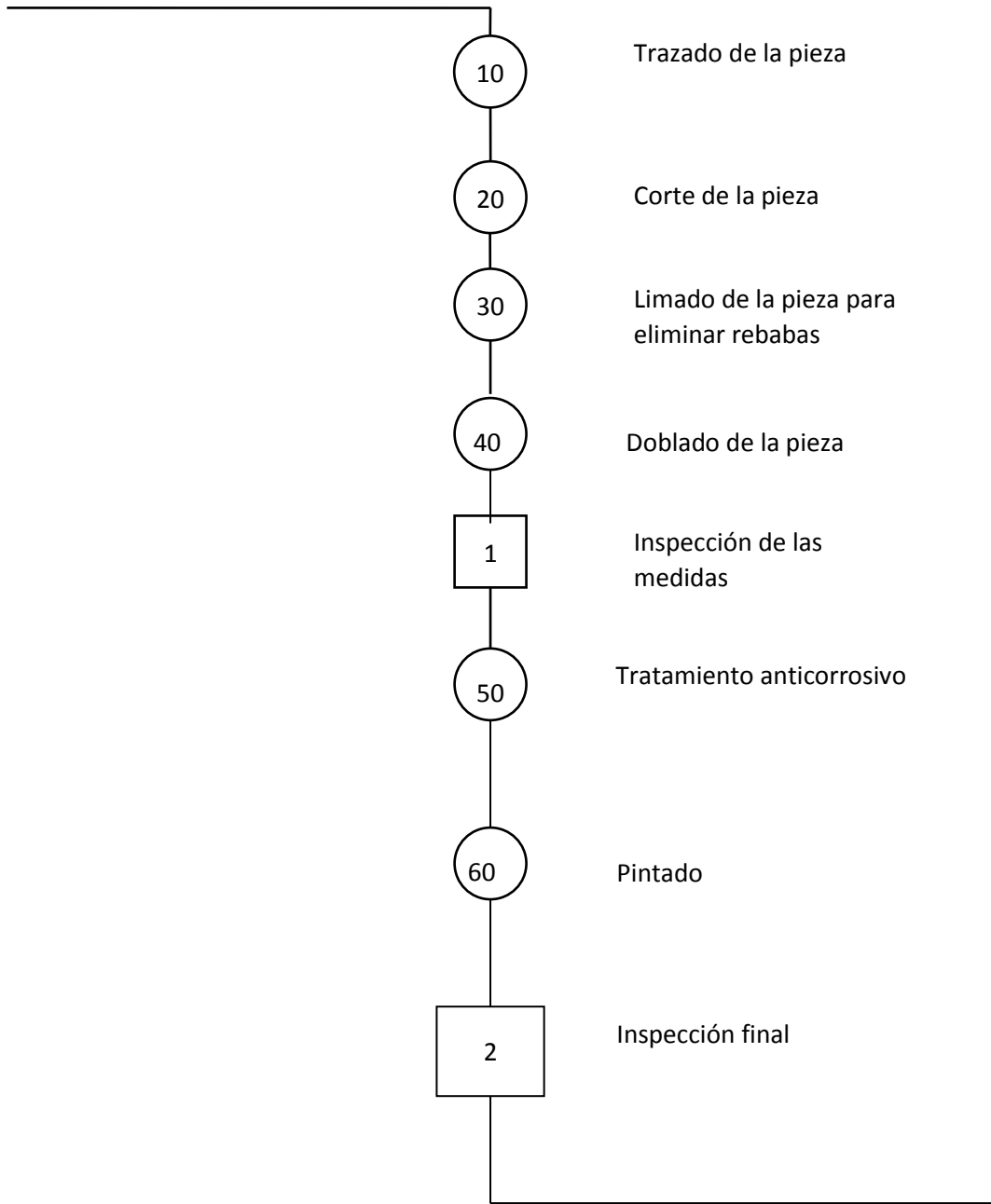


### **4.1.3- Diagrama de proceso de fabricación de la Tolva según plano de construcción**

**#3**

MATERIAL : ACERO ASTM A-46 (Plancha e =2mm)

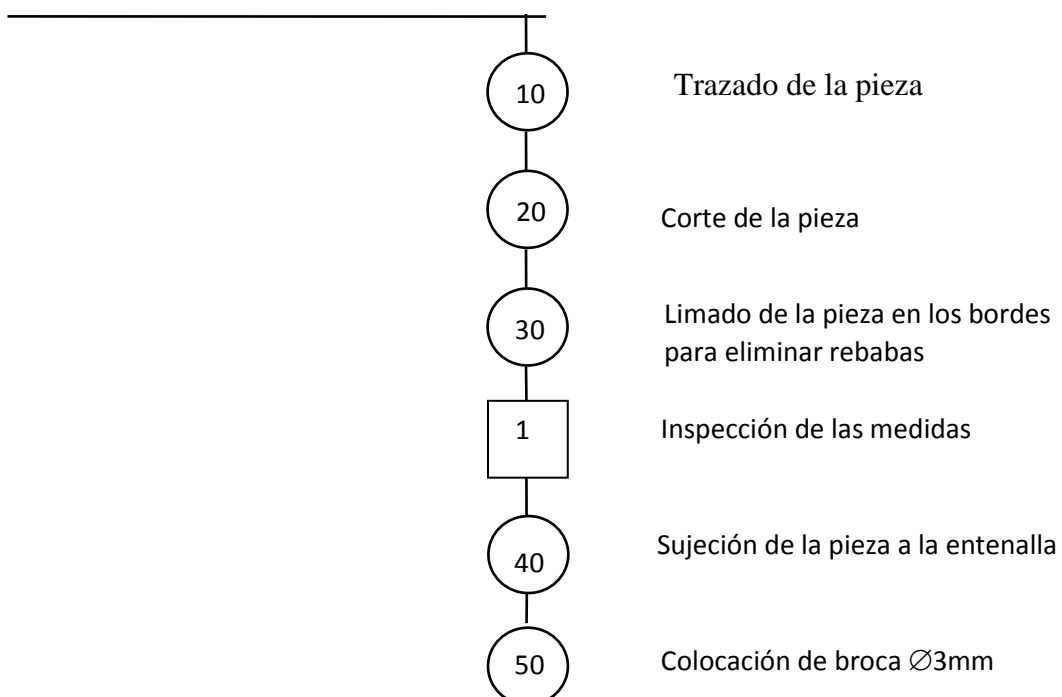
DIMENSIONES: 700mm\*800mm\*2mm



#### 4.1.4- Diagrama de proceso de fabricación del eje regulador de salida del producto de la tolva según plano # 4

MATERIAL : HIERRO  $\varnothing$  12mm

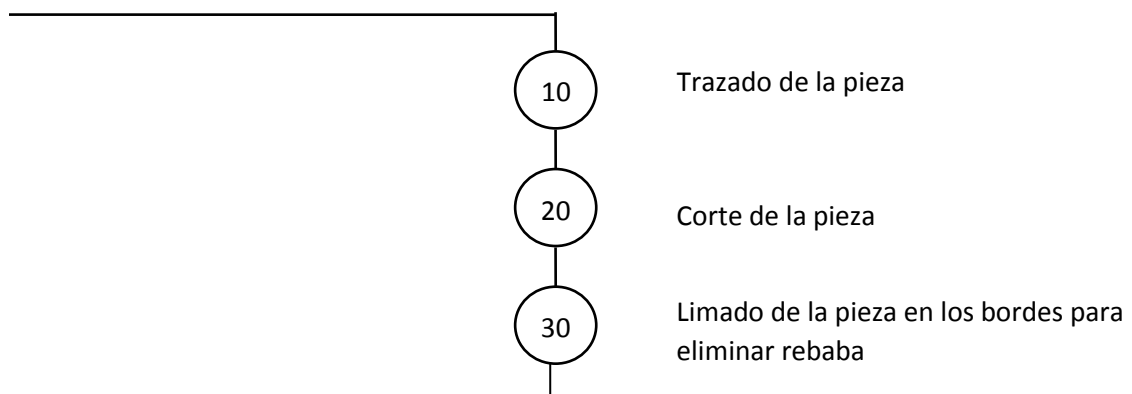
DIMENSIONES:  $\varnothing$ 12mm\*650mm



#### 4.1.5- Diagrama de proceso de fabricación de la pieza superior # 2 de la cámara de molienda según plano de construcción # 5

MATERIAL : ACERO ASTM A-46 (Plancha e = 3mm)

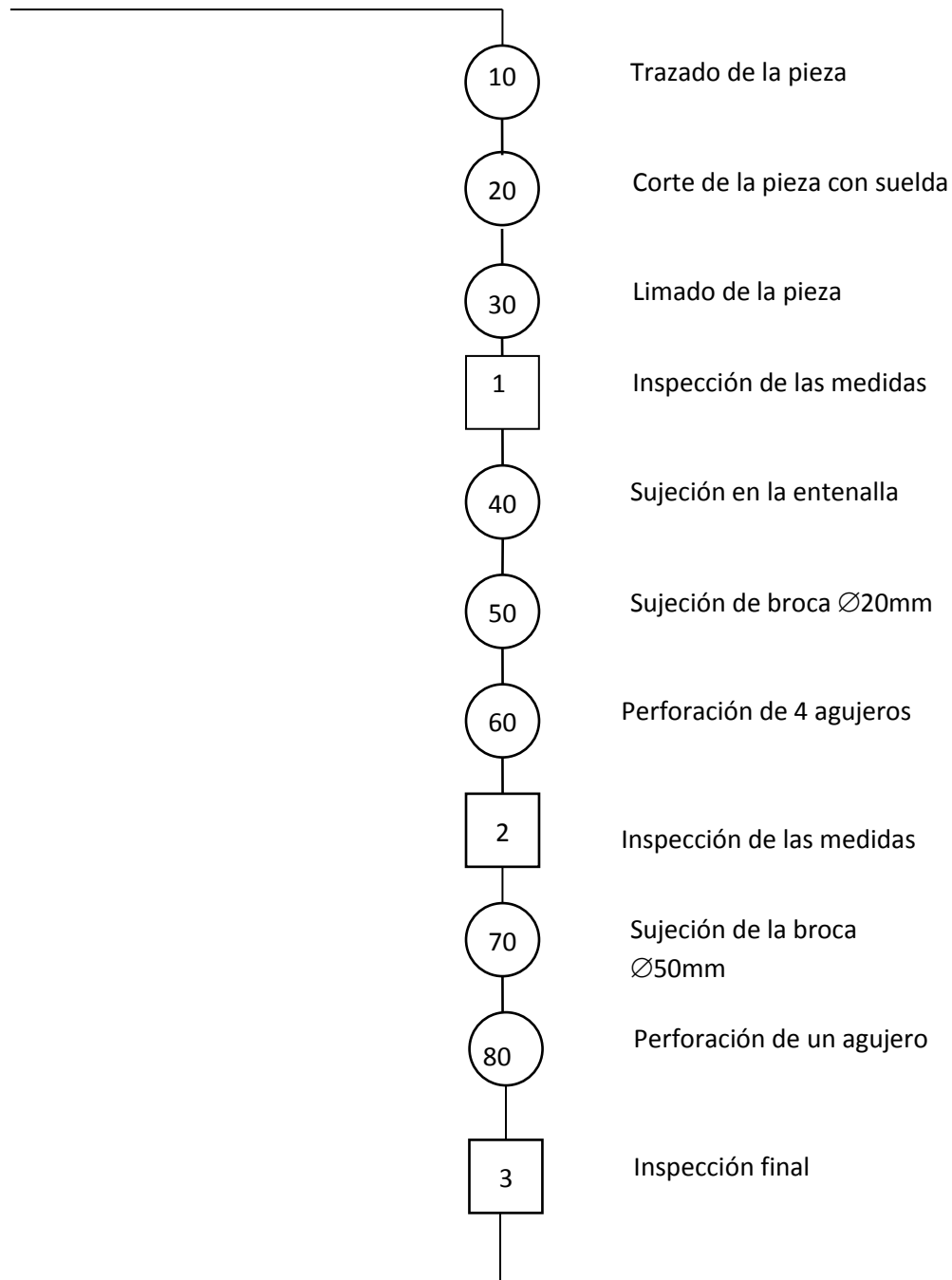
DIMENSIONES: 380\*310\*3 mm



**4.1.6- Diagrama de proceso de fabricación de los discos o molinetes según  
plano # 6**

MATERIAL : ACERO ASTM A-46 (Plancha e = 6mm)

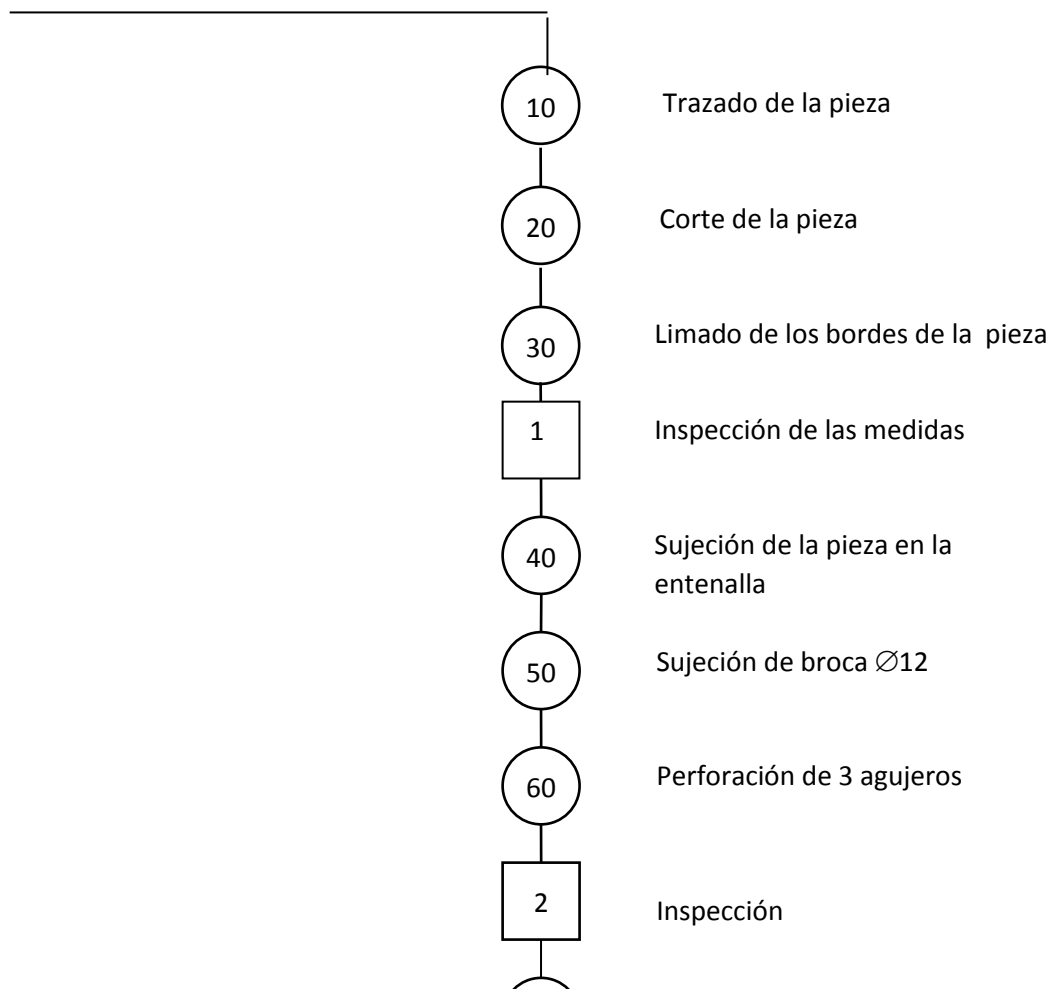
DIMENSIONES: 400mm\*400mm\*6mm



#### 4.1.7- Diagrama de proceso de fabricación de la pieza # 1 unión de tolva según plano de construcción # 7

MATERIAL :ACERO ASTM A-46 Perfil L  
40\*4mm.

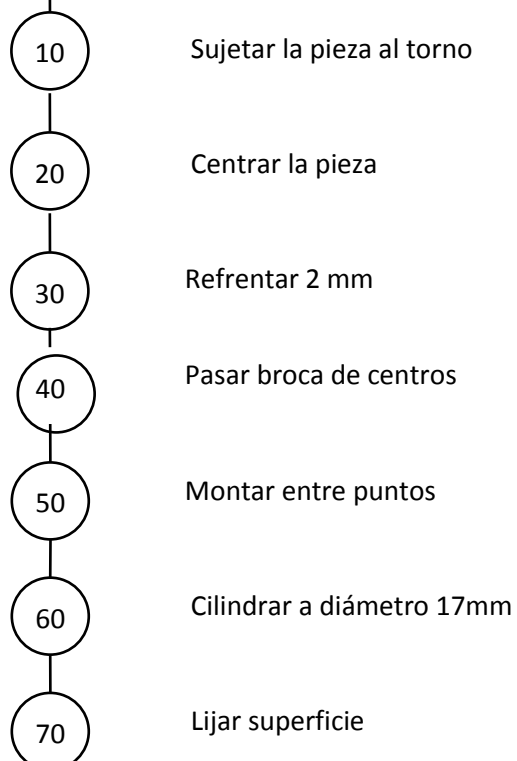
DIMENSIONES: 380\*4mm



#### 4.1.8- Diagrama de proceso de fabricación del eje de la cámara de molienda según plano de construcción # 8

MATERIAL: ACERO CEAX (047 A)

DIMENSIONES:  $\varnothing 17\text{mm} \times 330\text{mm}$

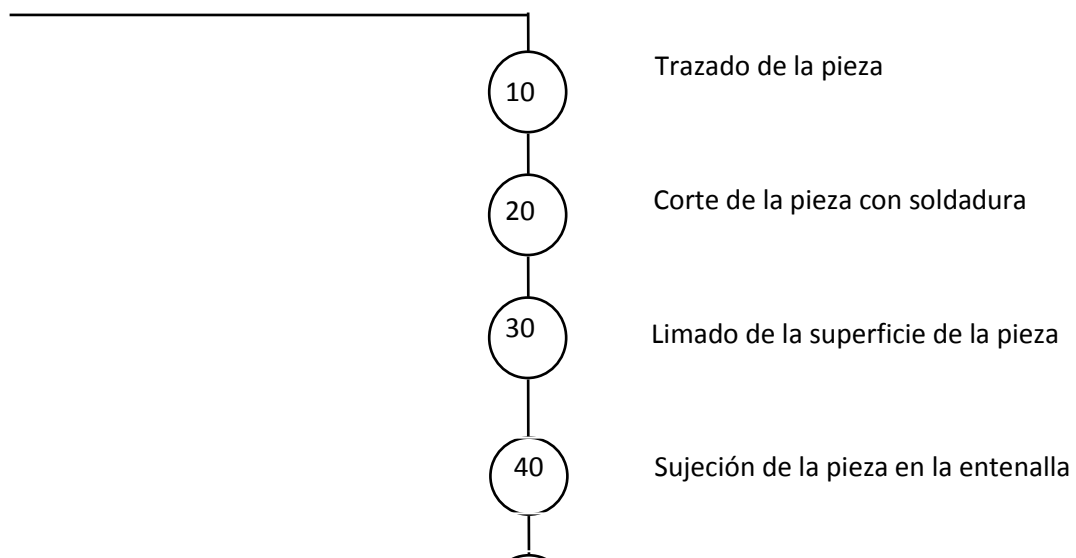




#### 4.1.9- Diagrama de proceso de fabricación del sujetador del eje de la cámara de molienda según plano de construcción # 9

MATERIAL : ACERO ASTM A-46 (Plancha e =6mm)

DIMENSIONES: 80\*35\*6mm

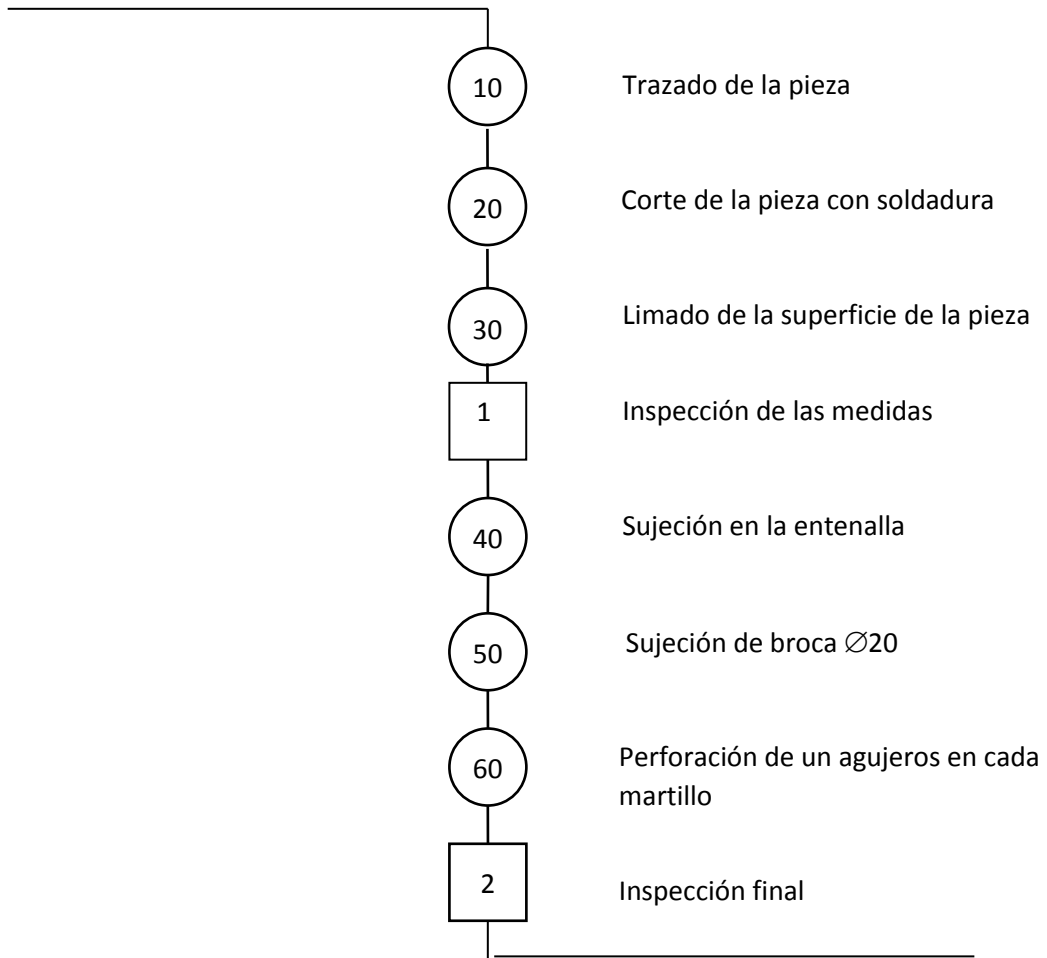


#### **4.1.10- Diagrama de proceso de fabricación de martillos**

**según plano de construcción # 10**

MATERIAL : ACERO ASSAB DF-2 (Platina e = 6mm)

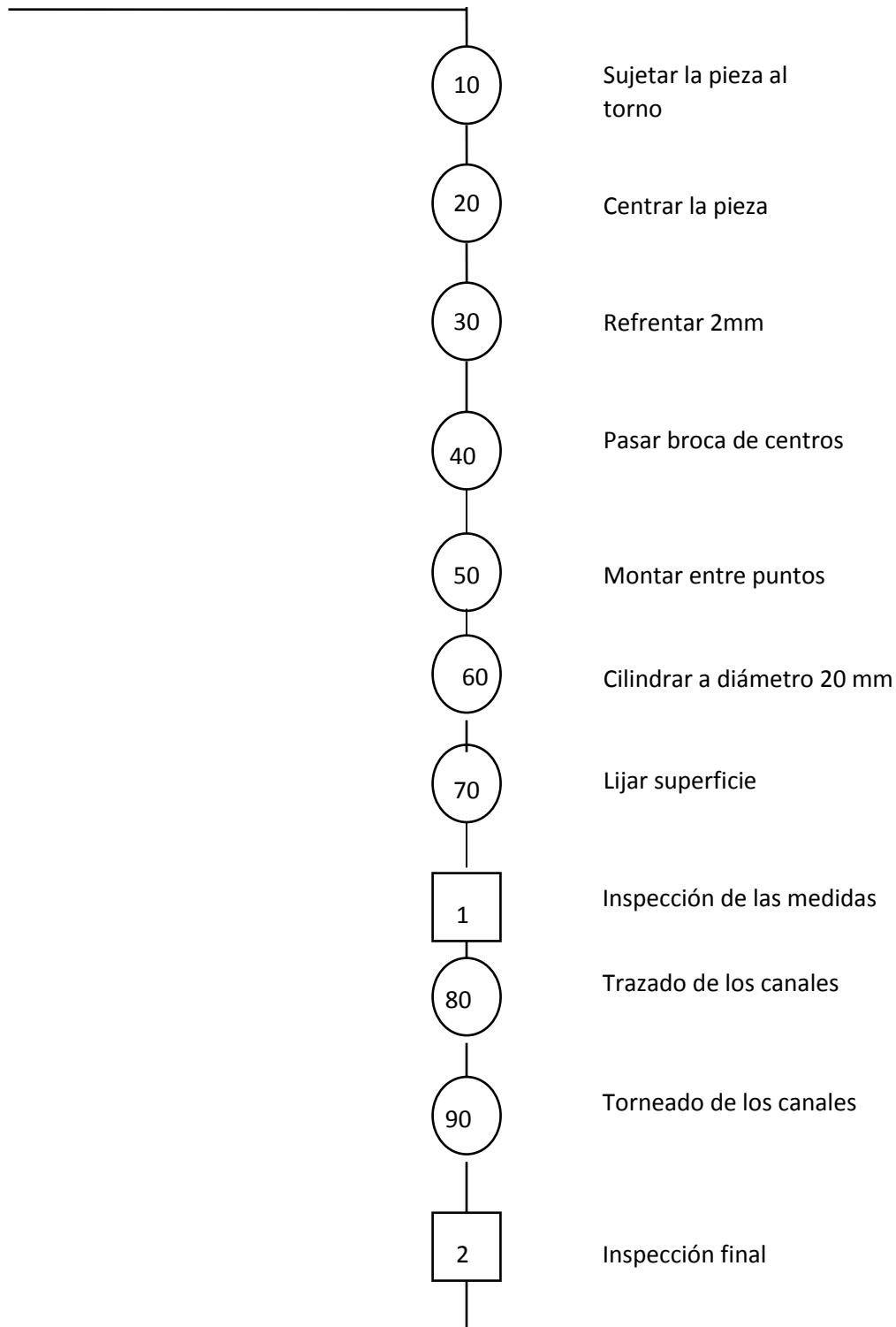
DIMENSIONES: 97\*45\*6 mm



#### 4.1.11- Diagrama de proceso de fabricación del eje de los martillos según plano de construcción # 11

MATERIAL : ACERO CEAX (047 A)

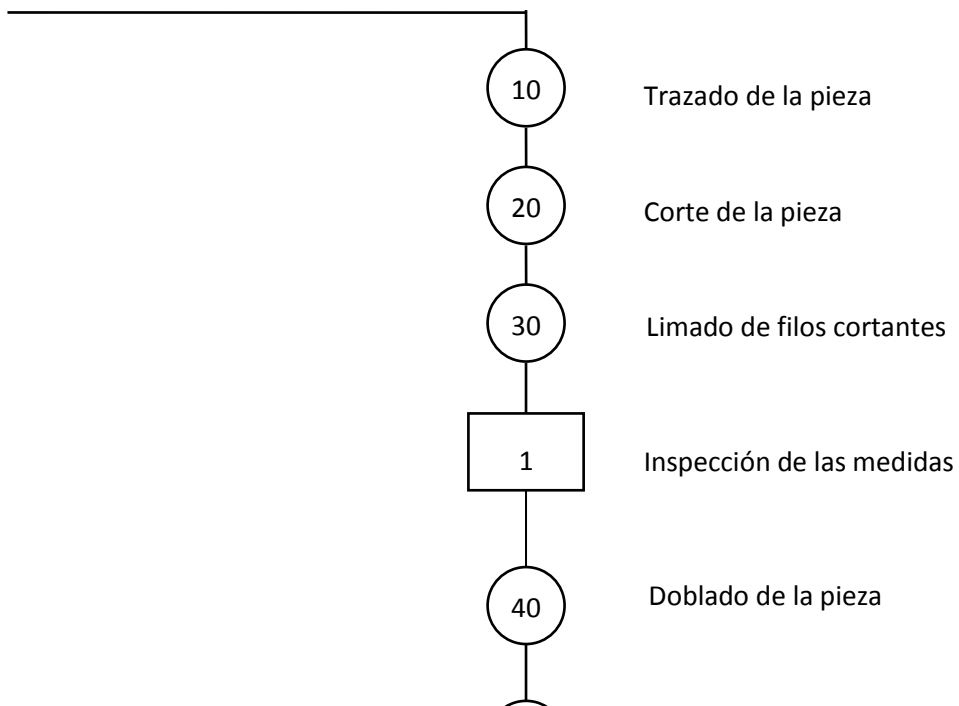
DIMENSIONES:  $\varnothing$  20 mm \* 290 mm



**4.1.12- Diagrama de proceso de fabricación del tope de ajuste para la cámara de molienda según plano de construcción # 12**

MATERIAL : ACREO ASTM A-46 (Plancha e =3mm)

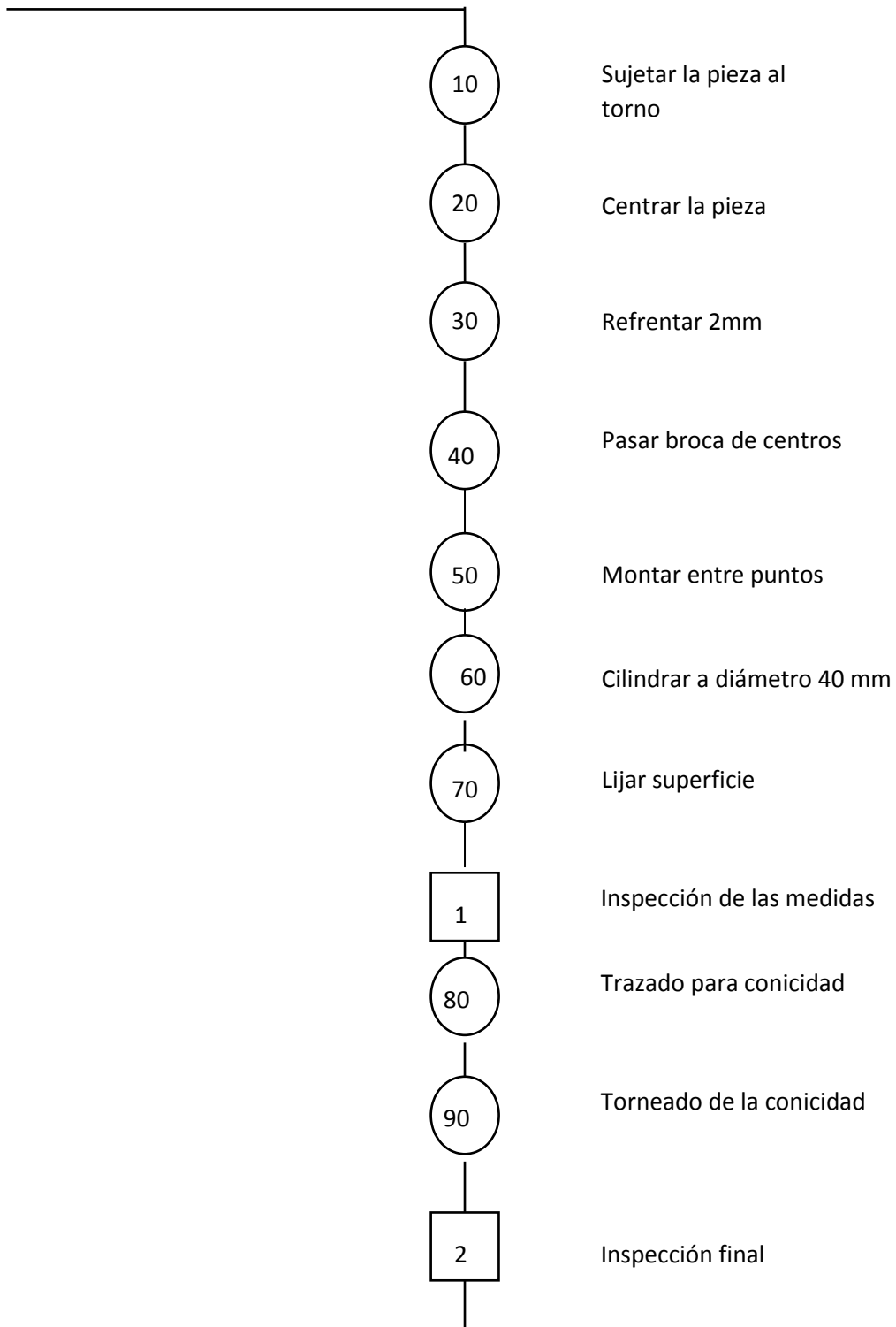
DIMENSIONES: 220mm\*100mm\*3mm



**4.1.13- Diagrama de proceso de fabricación del eje de los molinetes según plano de construcción # 13**

MATERIAL: ACERO CEAX (047 A)

DIMENSIONES:  $\varnothing$  40mm\*400mm

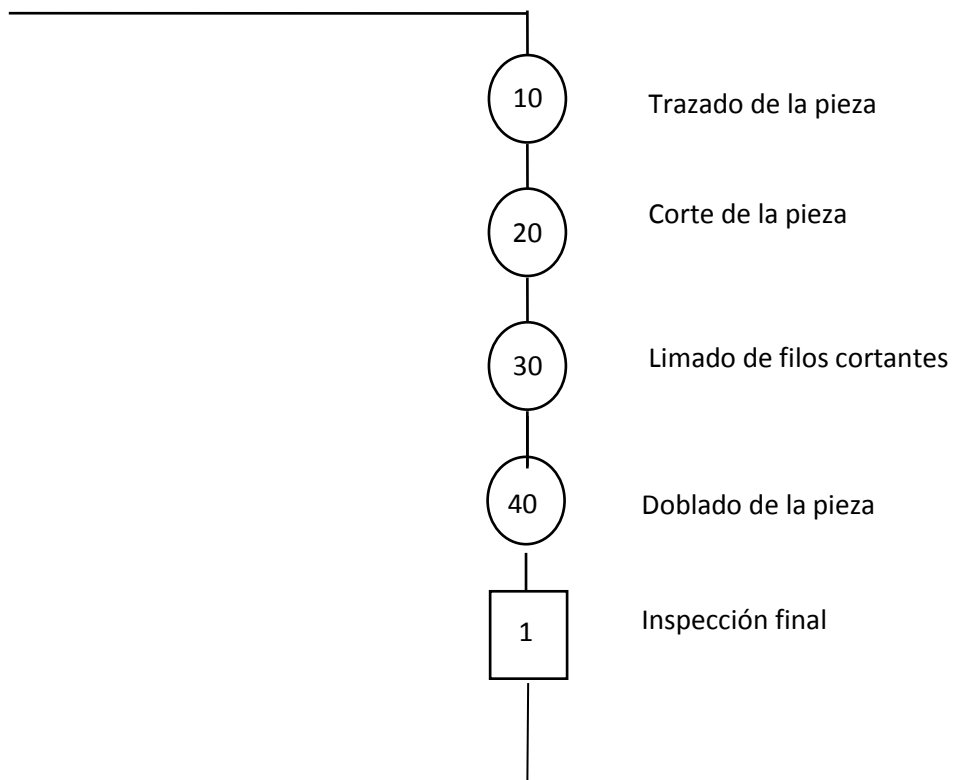


#### 4.1.14- Diagrama de procesos de fabricación del refuerzo de salida del producto

según plano de construcción # 14

MATERIAL: ACERO ASTM A-46 (Plancha e =4mm)

DIMENSIONES: 310mm\*110mm\*4mm

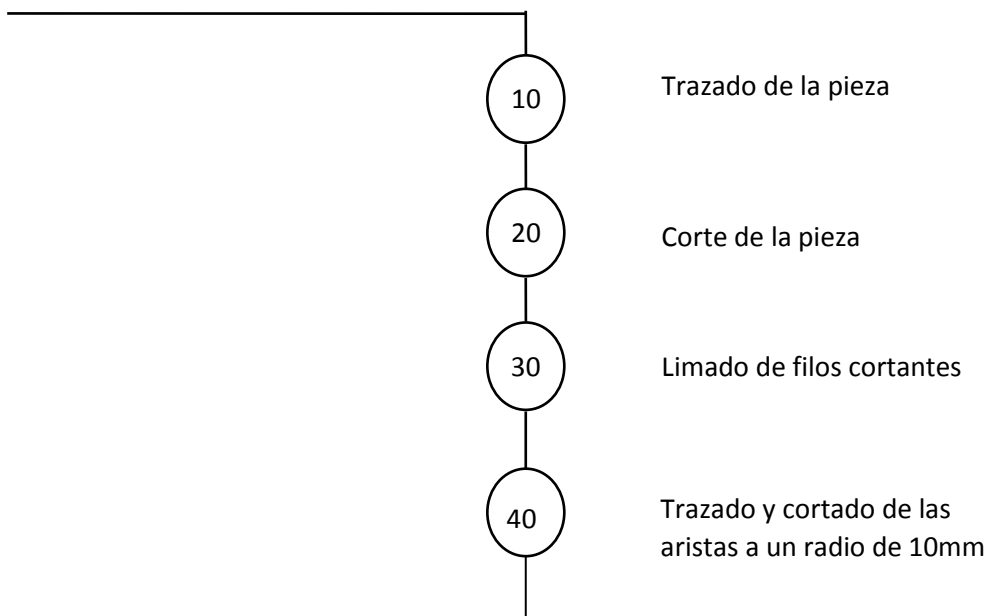




**4.1.15- Diagrama de procesos de fabricación de pieza reguladora de paso según plano de construcción # 15**

MATERIAL = ACERO ASTM A-46 (Plancha e = 4mm)

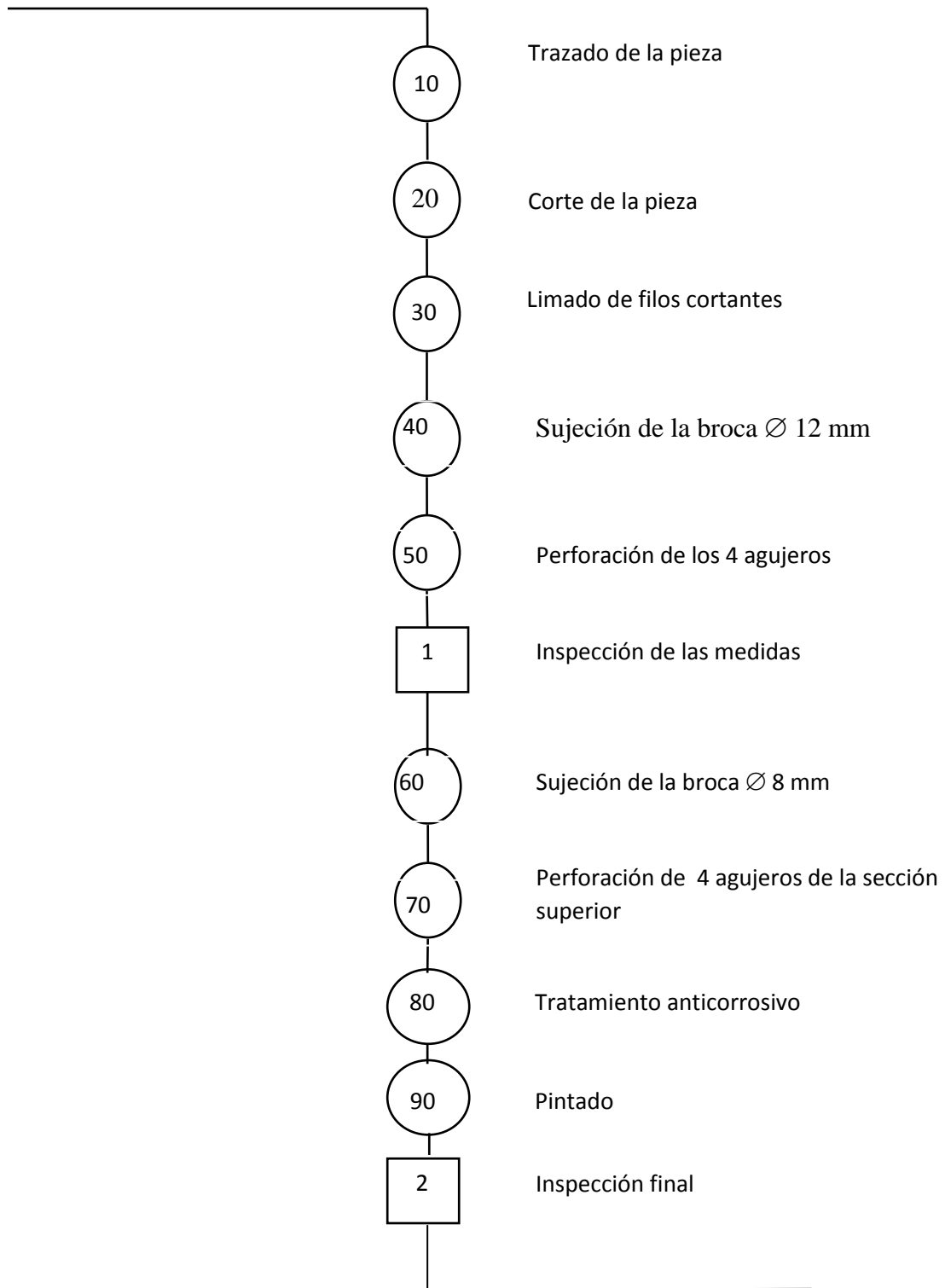
DIMENSIONES: 300mm\*110mm\*4mm



**4.4.16- Diagrama de procesos de la fabricación de la pieza inferior # 1 de la cámara de molienda según plano de construcción # 16**

MATERIAL: ACERO ASTM A-46 (Plancha e = 3 mm)

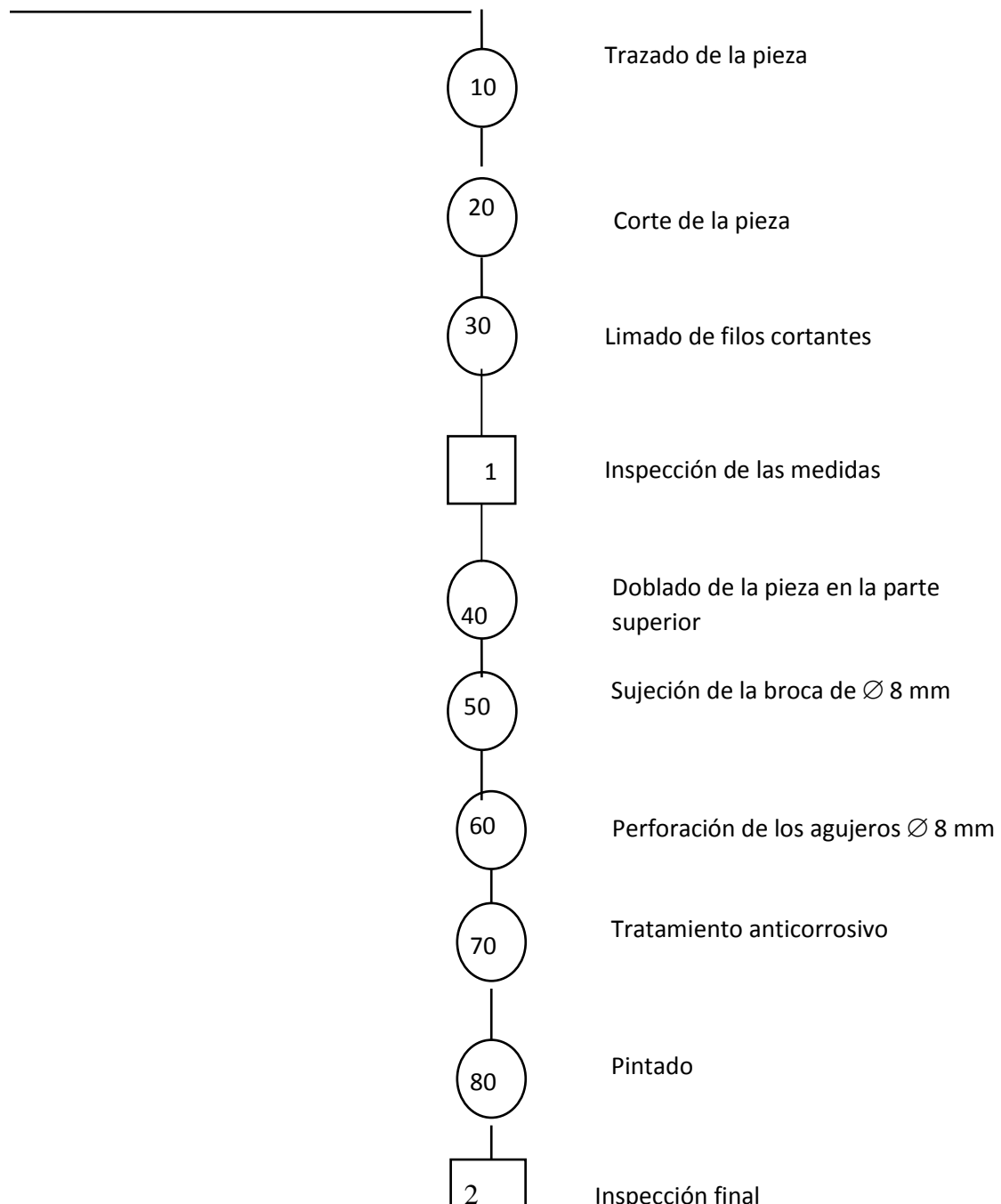
DIMENSIONES:480mm\*550mm\*3mm



**4.4.17- Diagrama de procesos de la fabricación de la pieza inferior # 2 de la cámara según plano de construcción # 17**

MATERIAL: ACERO ASTM A-46 (Plancha e = 4mm)

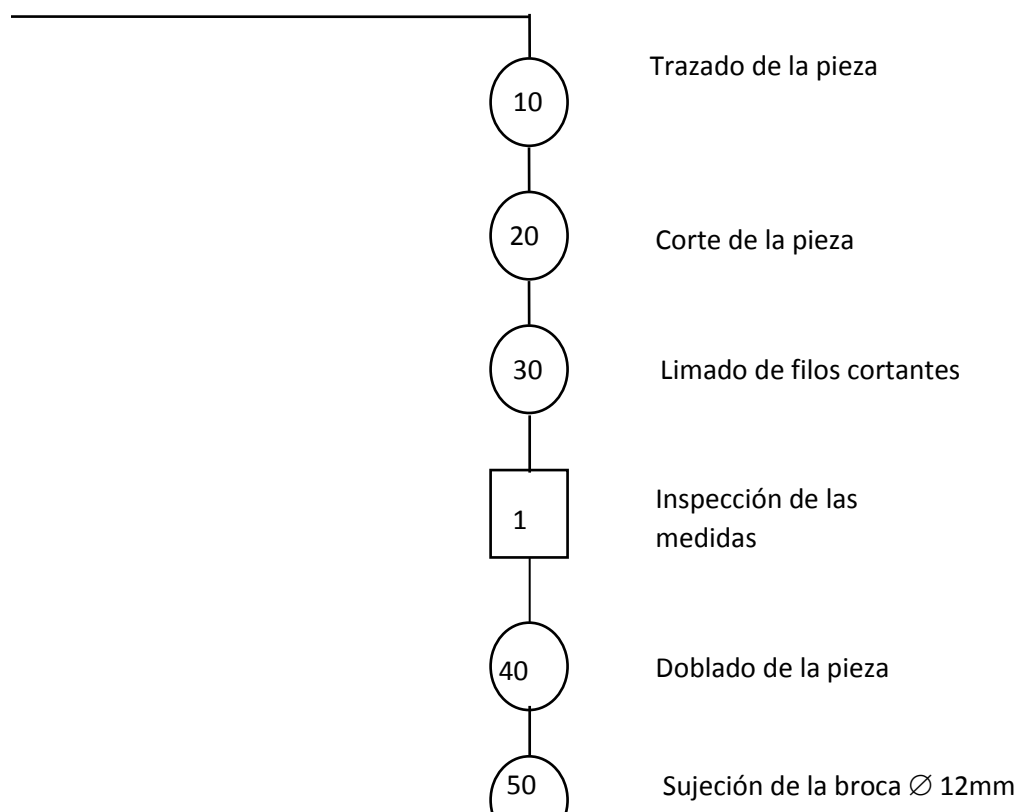
DIMENSIONES: 530mm\*460mm\*4mm



**4.4.18- Diagrama de procesos de fabricación del ajustador de la cámara de molienda según plano de construcción # 18**

MATERIAL: ACERO ASTM A-46 (Plancha e = 3 mm)

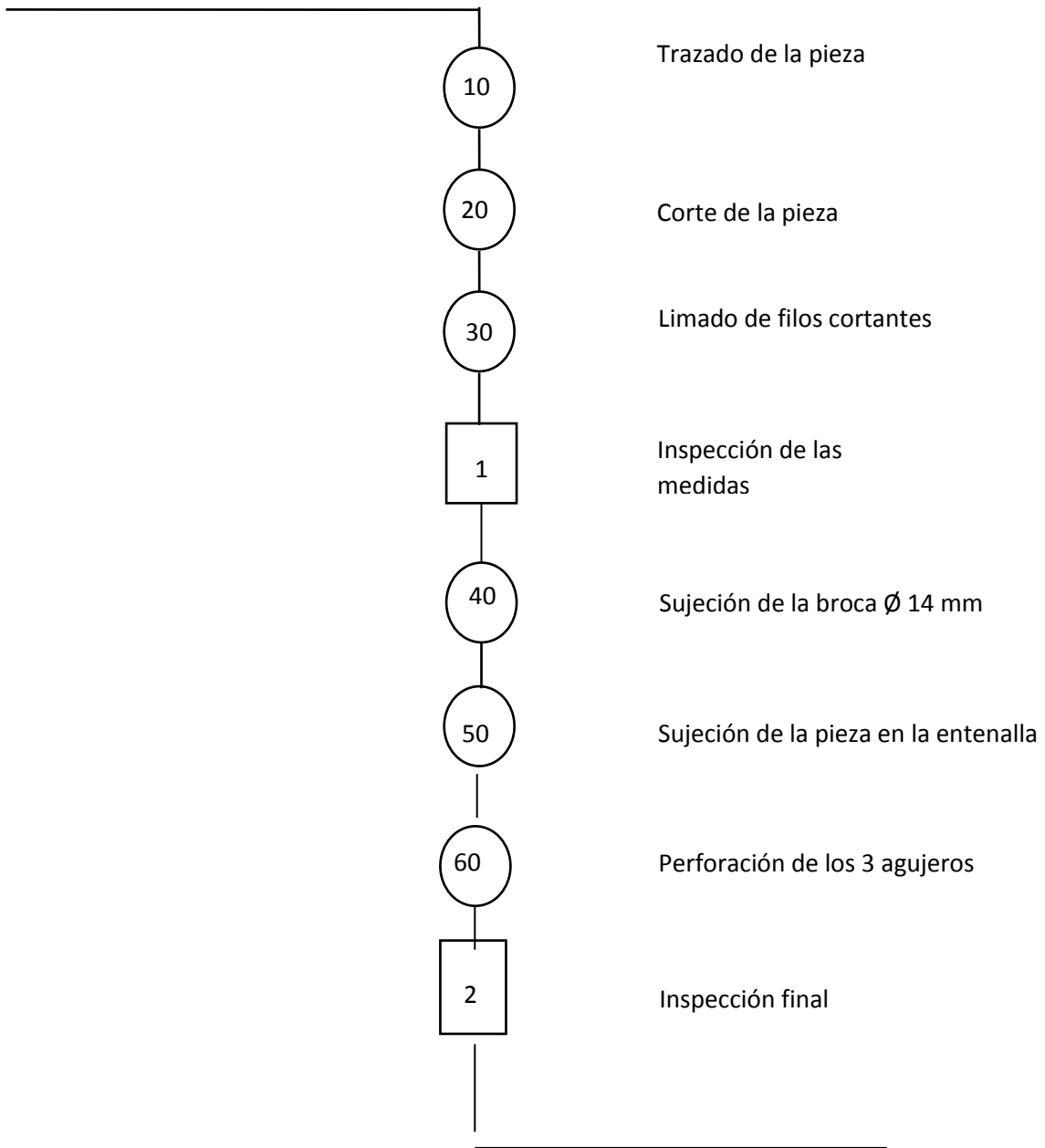
DIMENSIONES: 105mm\*50mm\*3mm



**4.4.19- Diagrama de proceso de fabricación del ángulo de soporte de la cámara de molienda  
según plano de construcción # 19**

MATERIAL: ACERO ASTM A-46 Perfil L 50\*4mm.

DIMENSIONES: 460mm\*4mm

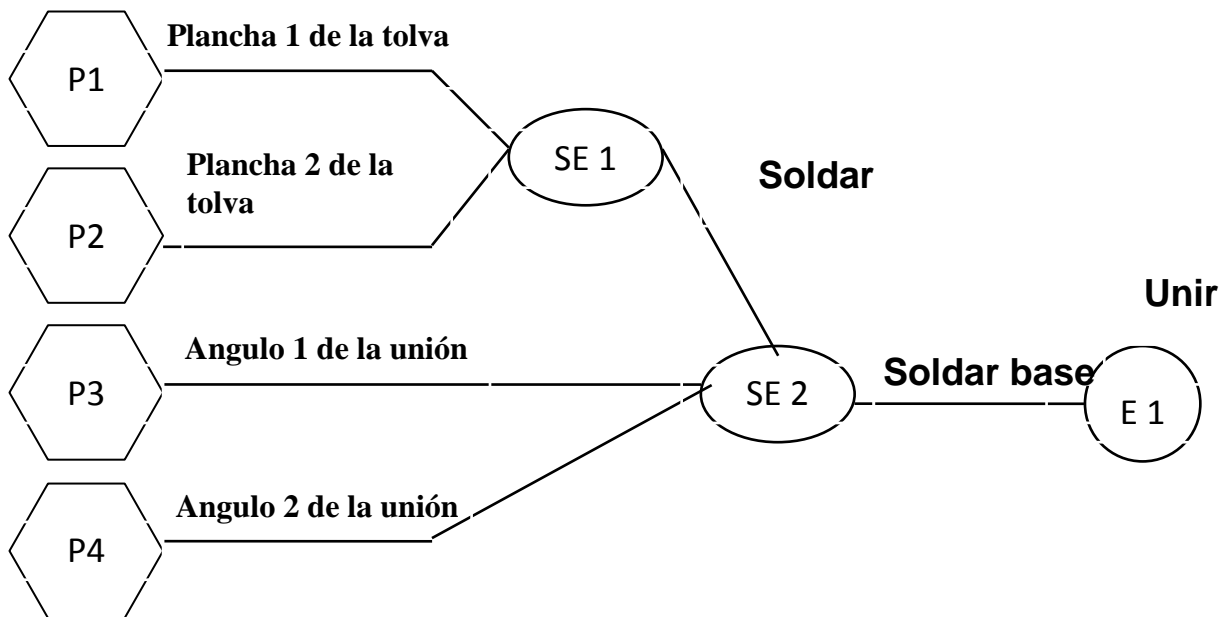


#### 4.2- Diagramas de ensamble.

Para proceder al ensamble de los sistemas mecánicos, los cuales se realizará con mucha precaución, por cuanto tenemos muchos elementos que necesitan que se ensamben con mucha precisión tomando en cuenta los ajustes ( $\pm 0.5$  mm), que existen en cada uno de estos elementos.

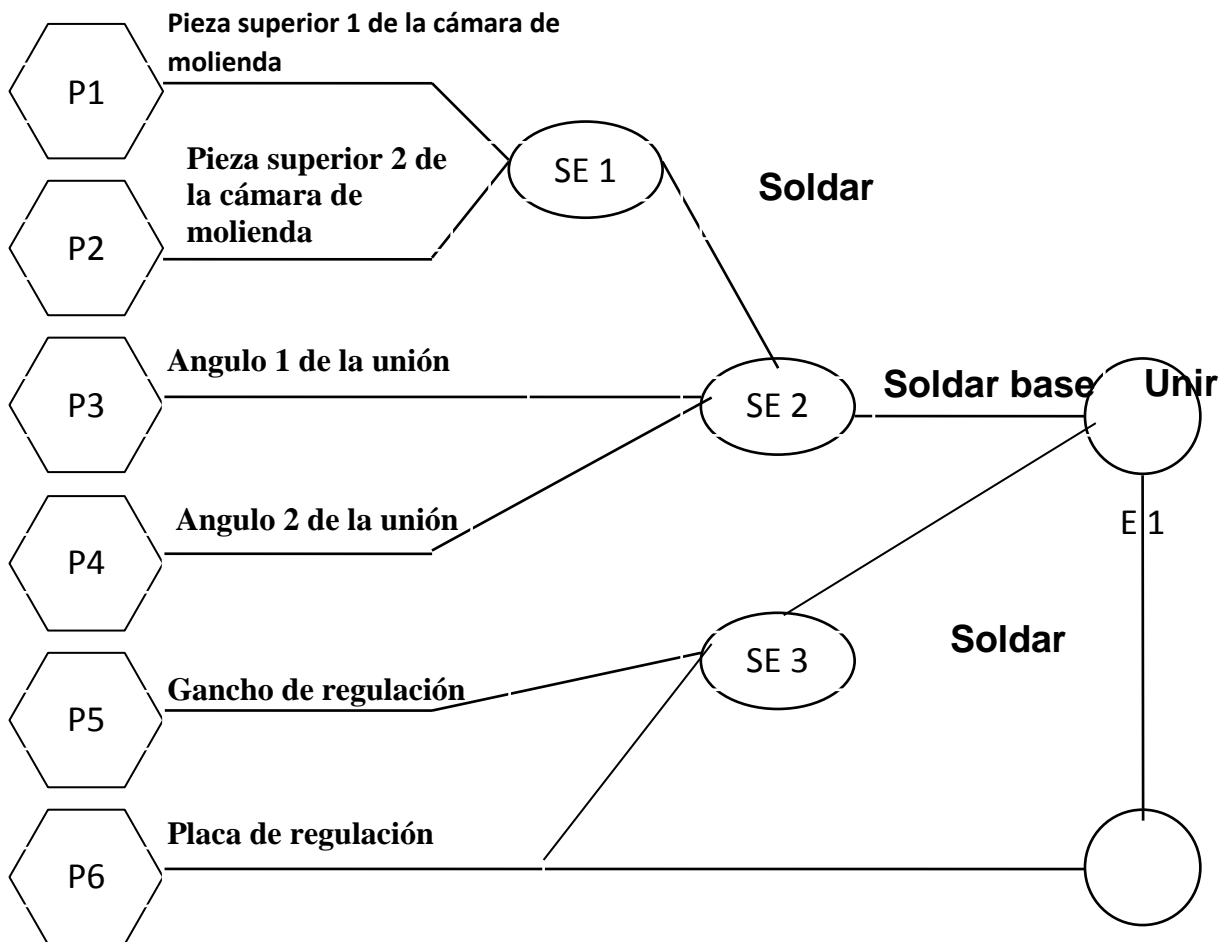
Algunas partes de esta máquina tienen elementos móviles, los cuales deben ser lubricados por el desgaste en sus piezas.

##### 4.2.1- Diagrama de ensamble de la tolva





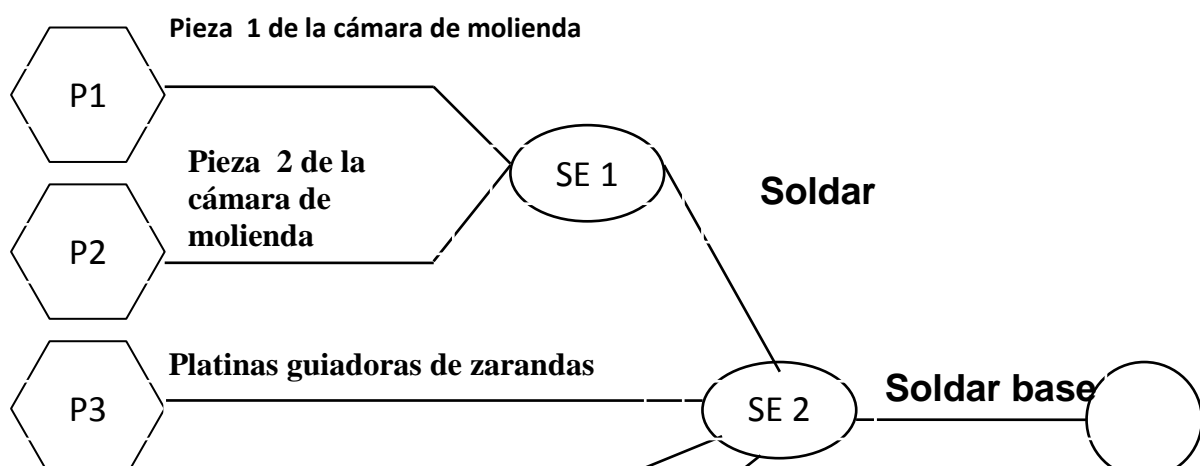
#### 4.2.2- Diagrama de ensamble de la cámara de molienda parte superior



E 2

**Unir**

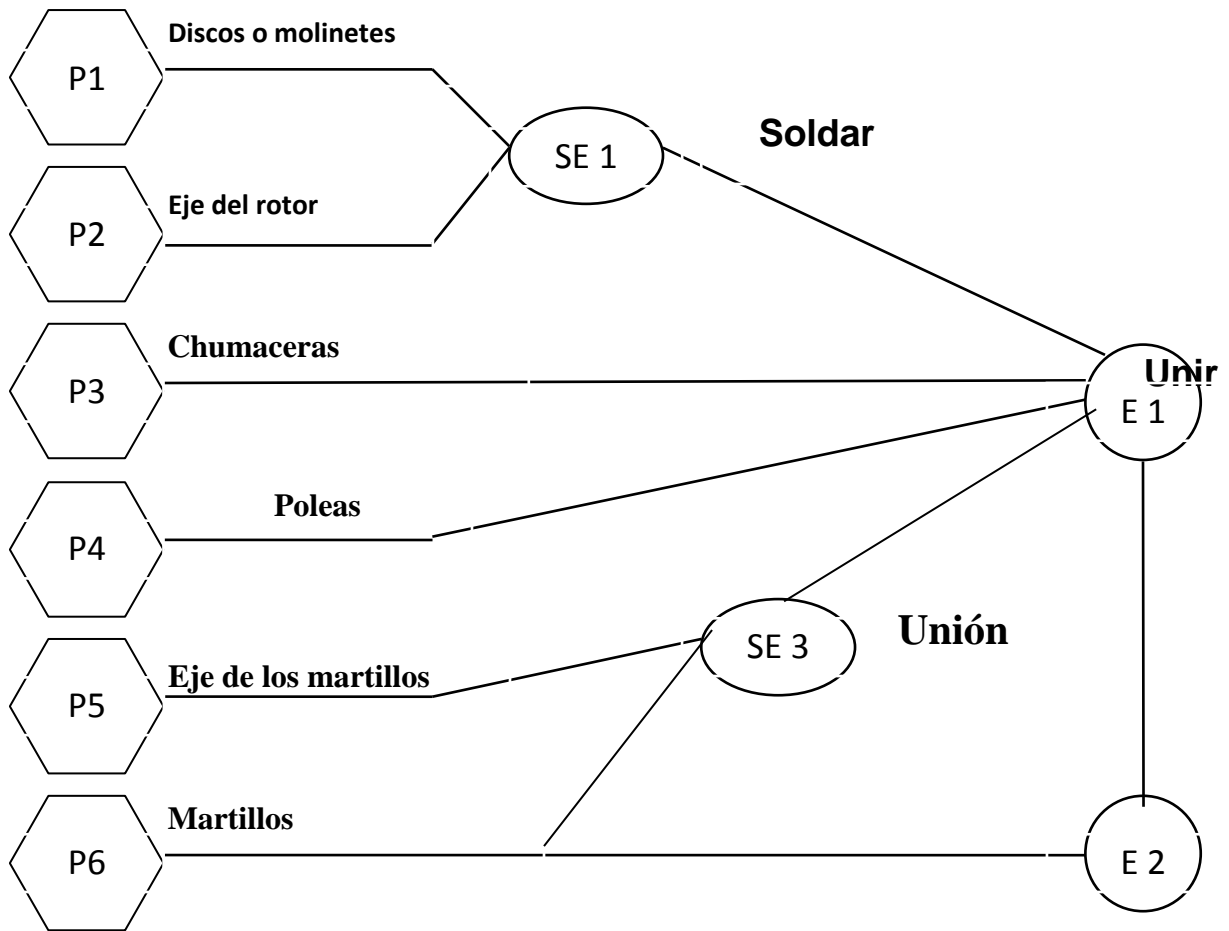
#### 4.2.3- Diagrama de ensamble de la cámara de molienda parte inferior



**Unir**

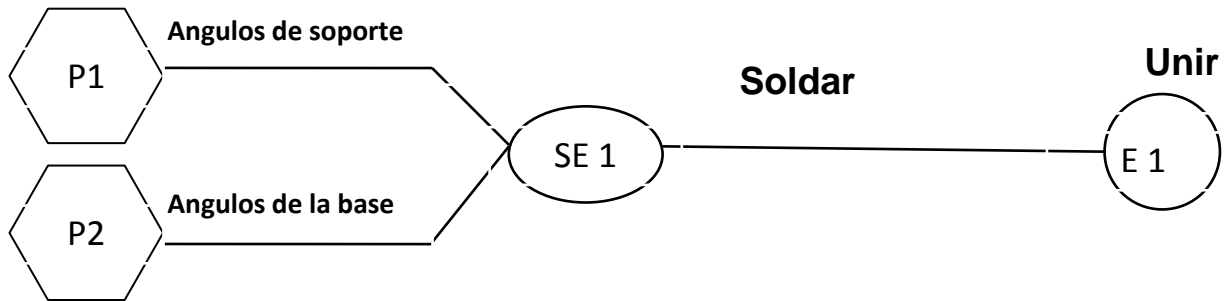
**E 1**

#### **4.2.4- Diagrama de ensamble del rotor**

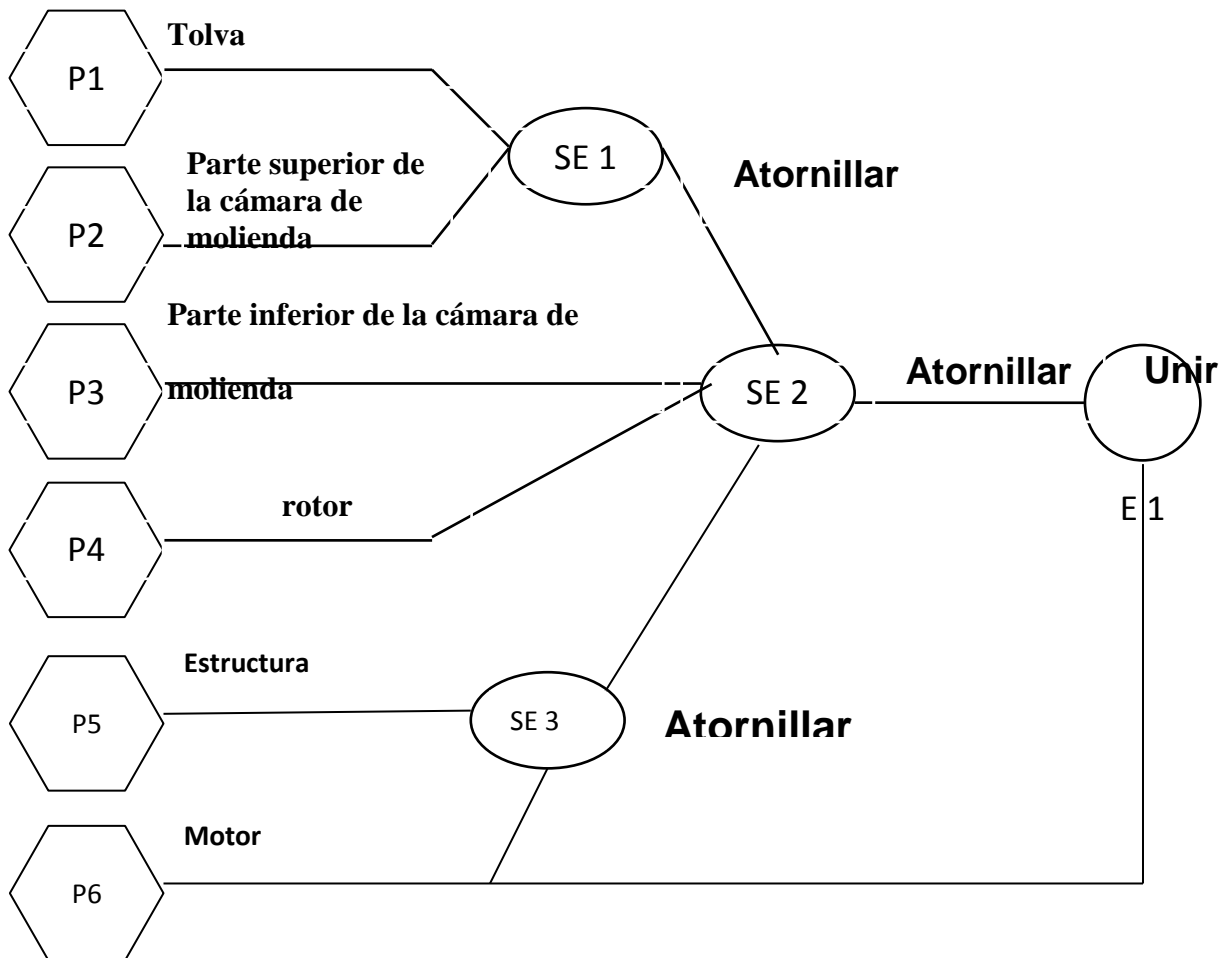


**Unir**

#### 4.2.5- Diagrama del ensamble de la estructura.



#### 4.2.6- Diagrama del ensamble final.



### 4.3- Pruebas de funcionamiento de los elementos



#### 4.3.1- Pruebas de funcionamiento de los sistemas

Una vez contruidos los elementos y realizados los ensambles de los distintos sistemas con que cuenta la máquina, se comenzará a verificar el estado de funcionamiento de cada uno de los mismos.

#### Elementos de la estructura que soporta a la cámara de molienda

En la siguiente tabla encontraremos como se encuentra el estado de los elementos de este sistema.

















Tabla 4.1: Estado de los elementos de la estructura.

Elemento	Resistencia Estructural	Condición del Ensamble
Ángulos en L		

#### Sistema de la cámara de molienda.

En la siguiente tabla encontraremos como se encuentra el estado de los elementos de este sistema.

Tabla 4.2: Estado de los elementos del sistema de la cámara de molienda.

<b>Elemento</b>	<b>Resistencia Estructural</b>	<b>Condición del Ensamble</b>
Piezas superiores de la cámara de molienda		
Piezas inferiores de la cámara de molienda		
Discos derecho, intermedio e izquierdo		
Ángulos en L de soporte de la cámara de molienda		
Eje del pasador de la cámara de molienda		
Acople de las chumaceras		
Acople de las poleas y las bandas		
Acople de los martillos con sus respectivos ejes y bocines.		

Una vez realizada el funcionamiento de todos los sistemas mecánicos la máquina se encuentra con buen funcionamiento óptimo y en perfectas condiciones.

La figura siguiente se verá a la máquina terminada en buen estado y en condiciones de funcionamiento.



Figura 4.1: Máquina balanceadora construida

#### **4.4- Diagrama y estudio de seguridad**

##### **4.4.1.- Precauciones y cuidados**

Es muy necesario tomar en cuenta las medidas de seguridad, precaución, y cuidados para no provocar accidentes al realizar cualquier trabajo.

De esta forma se obtendrá un trabajo con calidad, que permitirá evitar pérdidas de vidas humanas o materiales.

Tanto con las herramientas y con los equipos se deben dar un adecuado manejo para conservar la vida útil de las herramienta y equipos y obtener un óptimo trabajo .



#### **4.4.2.- El Personal**

- No utilizar guantes, esto hace perder sensibilidad en el sentido del tacto.
- Evitar la utilización de cadenas, pulseras y relojes de mano.
- Evitar que la ropa de trabajo no tenga partes sueltas, puede agarrarse en las bandas.
- Para un mejor trabajo, se recomienda dos operadores, un operador para colocar el producto, y el otro para recoger el producto ya elaborado.
- Utilizar tapones para los oídos por el ruido que ocasiona la máquina.
- Utilizar mascarilla por el polvo que ocasiona el producto al molerse.

#### **4.4.3.- La Máquina**

- Verifique que la alimentación eléctrica de la máquina sea de 220V/ 3f /.
- Verifique que los martillos giren libremente.
- Verifique que los ejes de los martillos estén debidamente lubricados.
- Verifique que las chumaceras y el eje estén engrasados.
- Verifique que el sistema de transmisión funcione libremente.
- Verifique la tensión de las bandas y su estado de desgaste.
- Quite las herramientas u objetos extraños que estén sobre la máquina.
- Evitar tener aceite o líquidos regados cerca del lugar de trabajo.
- Identificación de área de circulación.

## CAPITULO V


### VERIFICACIÓN Y OPERACIÓN DEL PROCESO

#### 5.1- Determinación de la eficiencia y capacidad de la máquina

VELOCIDAD		Ø DE AGUJEROS DE LA ZARANDA (mm)	DESPLAZAMIENTO DE LA COMPUERTA DE ALIMENTACIÓN (mm)	PESO DEL PRODUCTO A MOLERSE (Kg.)	TIEMPO Min. seg.	CAPACIDAD DE MOLIENDA (Kg./h)
MOTOR RPM	MOLINO RPM					
1750	2100	12	15	20	8 43	137.7
1750	2100	12	25	70	18 30	227.0
1750	2100	12	35	90	20 35	262.3*
1750	2100	3	15	20	23 15	69.7
1750	2100	3	25	70	10 45	111.6
1750	2100	3	35	90	15 17	120.8*

\* Capacidad máxima de molienda obtenida con diferentes zarandas.

## 5.2- Elaboración de un manual de operación.

<p>ITSA</p>  <p>EMAI</p>	<p><b>PROCEDIMIENTO DE OPERACION</b></p>		<p><b>Pág. :</b> 1 de 2</p>
<p><b>OPERACION DE LA MAQUINA BALANCEADORA DE ALIMENTOS</b></p>		<p><b>Revisión No. :</b> 1</p>	
<p><b>Elaborado por:</b> Cbos. Díaz Christian, Cbos Veloz Jimmy, Cbos. Aldaz Roberto.</p>			<p><b>Fecha :</b> 2001/10/31</p>
<p><b>Aprobado por:</b> MAYO. ING. LÓPEZ F.</p>	<p><b>Fecha :</b> 2001/10/31</p>		

**1.0 DOCUMENTACION DE REFERENCIA**

No determinado

**2.0 CODIGO DEL EQUIPO:**

No determinado

**3.0 UBICACIÓN DEL EQUIPO:**

No determinado

**4.0 MARCA DEL EQUIPO:**

Molí-01

## 5.0 CARACTERISTICAS TÉCNICAS:

5.1. VOLTAJE: 220V

5.2. FASES: 3

5.3. PESO: N/A

5.4. CAPACIDAD MÁXIMA DE CARGA: 40 Kgf.

5.5. COMBUSTIBLES: N/A

5.6. POTENCIA DEL MOTOR: 20HP

5.7. VELOCIDAD MÁXIMA DEL MOTOR: 1750 RPM

5.8. VELOCIDAD DE USO DE LA MÁQUINA: 2600 RPM

## 6.0. NORMAS PARA SU FUNCIONAMIENTO:

6.1. Prepare previamente los alimentos a procesarse.

6.2. Conecte la maquina a la fuente la alimentación eléctrica.


6.3. Verificar que no haya ningún problema en la máquina.

6.4. Depositar el grano en la tolva.

6.5. Prenda la máquina.

6.6. Regular el paso del producto

6.7. Sacar el alimento procesado y vea el alimento procesado como a salido.

	<b>ITSA</b>		<b>MANUAL DE OPERACION</b>	<b>Pág. :</b> 2 de 2
			<b>OPERACION DE LA MAQUINA BALANCEADORA DE ALIMENTOS</b>	
			<b>Elaborado por:</b> Cbos. Díaz Christian, Cbos Veloz Jimmy, Cbos. Aldaz Roberto.	<b>Revisión No. :</b> 1
	<b>EMAI</b>	<b>Aprobado por:</b> MAYO. ING. LÓPEZ F.	<b>Fecha :</b> 2001/10/31	<b>Fecha :</b> 2001/10/31

**7.0. PRECAUCIONES:**

7.1. El transporte del alimento debe ser moderado.

7.2. Al realizar la práctica la velocidad debe ser lenta y continua o de acuerdo a las condiciones.

7.3. No forzar al motor, para evitar daños en el mismo.

**8.0. NOMBRE DEL ENSAYO**

8.1. Alimento procesado.

**9.0. TIEMPO DE DURACIÓN:**

9.1. De acuerdo a la duración del ensayo.


**10.0 PRESTACION DE SERVICIOS:**

10.1 Alimentos a procesarse

10.2 Finca ubicada en el cantón La Maná.



**5.3- Elaboración de un manual de mantenimiento**

<p>ITSA</p>  <p>EMAI</p>	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>		<b>Pág. : 1 de 2</b>
	<b>MANTENIMIENTO DE LA MAQUINA BALANCEADORA DE ALIMENTOS</b>		
	<b>Elaborado por:</b> Cbos Díaz Christian, Cbos Veloz Jimmy, Cbos Aldaz Roberto.		<b>Revisión No. : 1</b>
	<b>Aprobado por:</b> MAYO. ING. LOPEZ F.	<b>Fecha :2001/10/31</b>	<b>Fecha : 2001/10/31</b>

**1.0 OBJETIVO**

Documentar el procedimiento para el mantenimiento de La máquina balanceadora de alimentos.

**2.0 ALCANCE**

Contempla a la maquina balanceadora de alimentos; ubicado en la hcda. Del cantón La Mana

### 3.0 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

No determinado

### 4.0 DEFINICIONES

4.1 Limpieza general: Eliminar suciedades superficiales en el equipo.

### 5.0 PROCEDIMIENTO

El técnico realiza los siguientes tipos de mantenimiento:

#### 5.1. Mantenimiento Quincenal

5.1.1. Lubricar las chumaceras del rotor.

5.1.2. Llenar el formulario.

#### 5.2. Mantenimiento Semestral


5.2.1. Limpiar la tolva con desoxidante

5.2.2. Limpiar la cámara de molienda con desoxidante.

5.2.3. Revisar el motor.

5.2.4. Lubricar los ejes de los martillos.

5.2.5. Llenar el formulario.

ITSA	MANUAL DE MANTENIMIENTO	
	MANTENIMIENTO DE LA MAQUINA BALANCEADORA DE ALIMENTOS	Pág. : 2 de 2
	Elaborado por: Cbos Díaz Christian, Cbos Veloz Jimmy, Cbos Aldaz Roberto.	Revisión No. : 1

<b>EMAI</b>	<b>Aprobado por:</b> MAYO. ING. LOPEZ F.	<b>Fecha :</b> 2001/10/31	<b>Fecha :</b> 2001/10/31
-------------	---	---------------------------	---------------------------

### **5.3. Mantenimiento Anual**

5.3.1. Cumplir los pasos para el mantenimiento semestral.

5.3.2. Revisar visualmente la estructura de la máquina.

5.3.3. Dar pintura a la estructura de toda la máquina.

5.3.4. Llenar el formulario.

**6.0 FIRMA DE RESPONSABILIDAD:** \_\_\_\_\_




--

**5.3.1- Elaboración de un registro de mantenimiento**

<b>Página:</b>	
<b>Registro N°</b>	

Estado	Material y/o Repuesto Utilizado	Responsable	Observaciones

\_\_\_\_\_ RESPONSABLE

<p style="text-align: center;"><b>REGISTRO</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>MANTENIMIENTO DE LA MAQUINA PROCESADORA DE ALIMENTOS</b></p>
<p style="text-align: center;"><b>ITSA</b></p>	<p style="text-align: center;"></p> <p style="text-align: center;"><b>EMAI</b></p>

## CAPITULO VI

### ANALISIS ECONOMICO

#### 6.1- Presupuesto

Antes de realizar el proyecto se hizo un estudio del mismo, se llegó a la determinación de que la máquina costaba 1800 USD.

## **6.2- Análisis económico**

En este punto se encontrará el valor para construir la máquina balanceadora, para luego hacer un análisis económico comparando el costo de otra máquina.

El objetivo de este proyecto, es aportar a la finca y a los trabajadores, y así ahorrarnos tanto en energía como en tiempo.

### **6.2.1- Análisis económico financiero**

Para la construcción de la máquina debemos tomar en cuenta los siguientes factores que son:

1. Los Materiales
2. Las Máquinas Herramientas
3. La Mano de Obra
4. Otros

**1. Los Materiales.-** Aquí comprende por todos los materiales utilizados para construir la máquina.

Tabla 6.1: Lista del costo de materiales de la máquina

<b>MATERIALES PARA LA MAQUINA</b>	
<b>DETALLES</b>	<b>VALOR EN USD.</b>
2 Planchas de tol de espesor 6mm	80.00
3 Perfiles L 4*4*3/16	26.50
1 platina de ¾	2.00
2 Planchas de tol de espesor de 3mm	60.00
Electrodos E 6011	6.50
20 Pernos de Acero con respectiva tuerca	5.20
Pintura.	20.00
Poleas	10.00
Acero para accesorios	5.00
1 Discos de pulir (1/8)	2.00
Malla para las zarandas	7.50
Sierra	2.00
Motor	750.00
Tiñer	1.50
Aceite y grasa	3.00
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>	<b>981.20</b>

**2. Las Máquinas Herramientas.-** Para poder construir este proyecto, se utilizaron máquinas herramientas que existen en esta ciudad y en la ciudad de Quito, las cuales realizaron diferentes tareas como diremos a continuación.

En el siguiente cuadro se presenta el costo de operación de cada una de las máquinas herramientas.

Tabla 6.2: Costo de operación de las máquinas-herramientas

<b>MAQUINAS HERRAMIENTAS</b>	<b>USD/HORA</b>
------------------------------	-----------------

Torno	3
Sierra	1.5
Pintura	2
Suelda	2

En la siguiente tabla se dará los costos estimados para la fabricación de cada uno de los sistemas de la máquina.

Tabla 6.3: Costos de fabricación de los sistemas mecánicos de la máquina

DETALLE	VALOR USD.
Estructura	10
Tolva	10
Cámara de molienda	25
Rotor	25
Pintura	15
<b>TOTAL DE MAQUINAS HERRAMIENTAS</b>	<b>85</b>

**3. La Mano de Obra.-** En la mano de obra están comprendidos principalmente por el montaje, lubricación, pintura, etc.

Tabla 6.4: Costos de mano de obra

DETALLE	VALOR USD.
---------	------------

Montaje	20
Lubricación	5
Pintura	15
<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>	<b>40</b>

**4.Otros.** – En este punto esta lo que comprende los materiales utilizados para las pruebas, costos de impresión de planos, transporte, etc.

Tabla 6.5: Costos de otros gastos

<b>DETALLE</b>	<b>VALOR USD.</b>
<b>TOTAL DE OTROS GASTOS</b>	180

Por lo tanto, el costo total de la máquina balanceadora es:

Tabla 6.6: Costo total de la máquina

<b>DETALLE</b>	<b>VALOR USD.</b>
Materiales	981.20
Máquinas Herramientas	85.00
Mano de Obra	40.00
Otros	180.00
<b>TOTAL</b>	<b>1286.20</b>

### **6.3- Comparación con otra máquina existente en el mercado.**

Este punto se presenta el costo de una máquina similar correspondiente a la máquina balanceadora de alimentos.

Tabla 6.7: Costo de un mecanismo similar comprado

<b>DETALLE</b>	<b>VALOR USD.</b>
Costo de la máquina	1850.00
Costo de importación	120.00
<b>TOTAL</b>	<b>1970.00</b>

La finalidad de esta comparación es saber si es o no recomendable construir la máquina con nuestros materiales, mano de obra, máquinas herramientas, etc.

Costo de la Máquina Construida: USD. 1286.20

Costo de la Máquina comprada: USD. 1970.00

La diferencia del costo de esta máquina es de USD. 723.80 a favor de la máquina construida.

## **CAPITULO VII**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **7.1- Conclusiones**

- La Finca no contaba con una máquina para procesar alimento balanceado.
- La alimentación para los animales eran pésimos ya que no se contaba con una máquina para que procese dichos alimentos.

- Las partes construidas se elaboraron con tecnología existente en nuestro país y con mano de obra propia.
- Luego de las prácticas realizadas la máquina cumple todos los objetivos que existen al inicio del proyecto y que es la de procesar balanceados de buena clase para poder alimentar a los animales que necesiten este producto y para garantizar un mejor desempeño del personal.
- Los trabajos prestados por esta máquina ayudaron a una mejor producción de los alimentos balanceados existentes en dicha hacienda.
- El molino construido se adapta fácilmente a cualquier tipo de molienda, esto es fina, gruesa, que se las puede obtener fácilmente con solo hacer un intercambio de zarandas.
- El costo del molino es más bajo que aquellos que ofrecen en el mercado.

#### **7.2- Recomendaciones**

- Dadas las exigencias de contar con una máquina balanceadora de alimentos, se construyó esta máquina, partiendo de una adecuada pero minucioso investigación
- Esta máquina garantiza los trabajos que se desarrollan diariamente con los alimentos a procesarse.
- Se ha elaborado una documentación de la máquina para el manual de procesos y de mantenimiento, puesto que es una base esencial para determinar las condiciones.
- Por ningún motivo se debe tratar de abrir el molino para cambiar de zarandas o inspeccionar cuando la máquina este en funcionamiento.
- La lubricación de los cojinetes, se hace necesario quincenalmente, cuando se usa continuamente el molino. Esta lubricación debe realizarse en lo posible con grasa para rodamientos.
- Dar cumplimiento a las inspecciones programadas a fin de alargar la vida útil.



### **BIBLIOGRAFÍA**

- Norton Robert L. (1995). Diseño de Maquinaria. Primera Edición. México. McGrawHill.
- Marks. (1986). Manual del Ingeniero Mecánico. Octava Edición. México, McGrawHill.
- Larburú Nicolás A. (1991). Máquinas - Prontuario. Tercera Edición. Madrid. Paraninfo.

- Corso, M. (1977). Introducción a la Ingeniería de Proyectos. Primera Edición. México. Limusa.
- Baranao, T (1995). Maquinaria agrícola. Primera Edición. Barcelona. Salvat. Editores S. A.
- Harris, S (1967). Maquinaria y equipo agrícola. Primera Edición. Barcelona. McGrawHill.
- Hall , L (1928). Equipos para procesamiento de productos agrícolas. Primera Edición. Lima. IILA

## **HOJA DE VIDA**

### **DATOS PERSONALES**

Apellidos:	Díaz Tumbaco
Nombres:	Christian Orlando
Fecha de Nacimiento:	25 de Agosto de 1978
Lugar de Nacimiento:	Quito-Pichincha
Edad:	23 Años
Estado Civil:	Soltero

### **ESTUDIOS REALIZADOS**

<b>Pre – Primaria:</b>	<b>Jardín de infantes “San Francisco de Quito”</b>
------------------------	--

Primaria:	Escuela “Domingo F. Sarmiento”
-----------	--------------------------------

Secundaria: Colegio Técnico "Don Bosco"

Superior: Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

Mecánica Aeronáutica "Motores"

## **HOJA DE VIDA**

### **DATOS PERSONALES**

Apellido: Veloz Cervantes

Nombre: Jimmy Rolando

Fecha de Nacimiento: 30 de Agosto de 1978

Lugar de Nacimiento: Guayaquil-Guayas

Edad: 23 Años

Estado Civil: Soltero

## **ESTUDIOS REALIZADOS**

Primaria: Escuela Libanesa Siria  
Escuela Ciudad de Manta  
Escuela Blanca Gilbert de Intriago # 210

Secundaria: Colegio Nacional Técnico de Comercio y  
Administración "Francisco de Orellana"

Superior: Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico  
Mecánica Aeronáutica "Motores"

## **HOJA DE VIDA**

### **DATOS PERSONALES**

Apellido: Aldas Fonseca

Nombre: Roberto Carlos

Fecha de Nacimiento: 15 de Septiembre de 1978

Lugar de Nacimiento: Ambato-Tungurahua

Edad: 23 Años

Estado Civil: Soltero

### **ESTUDIOS REALIZADOS**

Primaria: Escuela "Domingo F. Sarmiento"

Secundaria: Instituto Superior Técnico Docente "Guayaquil"

Superior: Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

Mecánica Aeronáutica "Motores"

ELABORADO POR

Cbos. Díaz Tumbaco Christian Orlando

---

Cbos. Veloz Cervantes Jimmy Rolando

---

**Cbos. Aldas Fonseca Roberto Carlos**

---

**DIRECTOR DE LA ESCUELA DE MECANICA AERONAUTICA**

Ing. Eduardo Castillo

**Mayo. Téc. Avc.**

---

**Latacunga, 21 Diciembre del 2001**

