



**Universidad
Técnica de
Cotopaxi**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA AUTOMÁTICA PICADORA DE
TALLOS DE MAÍZ”**

Proyecto de investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Electromecánico

Autores:

Almachi Paneluisa Héctor Arturo

León Jácome Bayron Xavier

Tutor:

Ing. MSc. Álvaro Mullo Quevedo

Latacunga-Ecuador
2016

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“Nosotros, **ALMACHI PANELUISA HÈCTOR ARTURO** y **LEÓN JÁCOME BAYRON XAVIER**, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **“IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA AUTOMÁTICA PICADORA DE TALLOS DE MAÍZ”**, siendo el Ing. Ms.C Álvaro Mullo Quevedo, director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles acciones legales.

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

ALMACHI PANELUISA HÈCTOR ARTURO
C.I. 172317191-2

LEÓN JÁCOME BAYRON XAVIER
C.I. 171813957-7

AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

En calidad de Director del Trabajo de Investigación sobre el tema: **“IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA AUTOMÁTICA PICADORA DE TALLOS DE MAÍZ”**, de **ALMACHI PANELUISA HÉCTOR ARTURO Y LEÓN JÁCOME BAYRON XAVIER** de la carrera de Ingeniería Electromecánica, 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 Honorable Consejo Académico de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 02 de Agosto del 2016

El director.

Ing. Ms.C Álvaro Mullo Quevedo

APROVACIÓN 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 Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.; por cuanto, los postulantes: Almachi Paneluisa Héctor Arturo y León Jácome Bayron Xavier, con el título del proyecto de investigación: **“IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA AUTOMÁTICA PICADORA DE TALLOS DE MAÍZ”**. Han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometidos al acto de sustentación del proyecto.

Por lo antes expuesto se autoriza realizar los empastados correspondientes según la normativa institucional.

Latacunga, 02 de Agosto del 2016

Para constancia firman:

Ing. MBA. Raúl Reinoso
LECTOR I

Ing. Efrén Barbosa
LECTOR II

Ing. Carlos Espinel
LECTOR III

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de
Cotopaxi

Por abrirme sus puertas y a todos los docentes por impartir sus conocimientos permitiéndome así formarme como profesional.

Al Ing.Mc.s Alvaro Mullo Quevedo
Por su apoyo incondicional, su paciencia, su espíritu de enseñanza y su participación en la realización de este trabajo.

A mi amigo y compañero Bayron León que fue parte fundamental en la realización del proyecto.

HÉCTOR

DEDICATORIA

Este proyecto de investigación primeramente va dedicado A Dios quien me bendigo con la vida, la salud y las fuerza de cumplir con este objetivo.

A mis maravillosos padres Victor Almachi y María Paneluisa por creer en mí y brindarme todo su amor y apoyo incondicional.

A mis hermanos que gracias a sus ánimos me alentaban a continuar y no decaer.

A mis abuelos que siempre estuvieron apoyándome.

HÉCTOR

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Ms.C Álvaro Mullo Quevedo por su profesional y acertada guía para la elaboración de este proyecto.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme sus puertas y de manera especial al personal docente de la carrera de Electromecánica por su adecuada formación profesional.

A la Empresa SOLMECANIC por el apoyo y confianza brindada.

A mi amigo y compañero Héctor Almachi que fue parte fundamental en la realización del proyecto.

BAYRON

DEDICATORIA

A mis padres por el apoyo incondicional y que han sabido guiarme con sabiduría.

A mis Hermanos por todo el apoyo recibido, y,

Finalmente a mis Amigos quienes han sido un gran apoyo a lo largo de mi vida.

BAYRON

INDICE

1.- INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	3
3.- JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	4
4.- BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	4
5.- EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.	5
6. OBJETIVOS:	6
6.1. Objetivo General	6
6.2. Objetivos Específicos.....	6
7. OBJETIVOS ESPECIFICOS, ACTIVIDADES Y METODOLOGÍA.....	7
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	8
8.1. Alternativas de máquinas picadoras.	8
8.1.1 Máquinas picadoras–sopladoras estacionarias.	8
8.1.2. Máquinas picadoras–sopladoras de acción simple	8
8.2. Fundamentos de diseño	9
8.2.1. Definiciones de diseño	9
8.2.2. Definición de máquinas.....	9
8.2.3. Diseño mecánico	10
8.3. Diseño de la picadora de tallos de maíz	10
8.3.1. Capacidad de la máquina.....	10
8.3.2. Resistencia al corte que presentan los tallos de maíz.	10
8.3.3. Velocidad y potencia de corte.	11
8.3.4. Volumen a picarse de tallos de maíz.	11
8.3.5. Numeros de tallos a picarse por hora.	11
8.3.6. Velocidad de entrada de la caña.	11
8.3.7. Bandeja de alimentación	12
8.3.8. Relación entre el número de revoluciones vs. El número de cuchillas, en el rotor picador.	12
8.3.9. Torque de corte requerido.	13
8.3.10. Potencia de corte (Pc).....	13
8.3.11. Rotor.....	13
8.4. Diseño de cuchillas.....	14
8.4.1. Definición de corte	14
8.4.2. Dimensiones de las cuchillas.....	15

8.4.3. Potencia corregida	16
8.5. Selección del motor.....	16
8.6. Relación de transmisión.	16
8.6.1 Selección de poleas	177
8.6.2. Ángulos de contacto.	17
8.6.3. Potencia transmisible por banda.....	17
8.6.4. Determinación del número de bandas.	18
8.6.5. Torques generados en la transmisión.	18
8.7. Diseño de ejes	19
8.7.1. Fuerzas que ejercen los elementos de máquinas sobre los ejes.	19
8.7.2. Poleas para bandas en V.	19
8.7.3. Concentraciones de esfuerzos.	21
8.7.4. Ejes sometidos a flexión y a torsión.	22
8.7.5. Resistencia a la fatiga real.	23
8.7.6. Acero al Carbono	23
8.8. Selección de rodamientos.....	24
8.8.1. Duración de diseño.....	24
8.8.2. Capacidad de carga dinámica básica.....	25
8.9. Diseño de bastidores.....	25
8.10. Uniones soldadas.....	26
8.11. Diseño de la protección del motor y control eléctrico de la máquina	27
8.12. Diseño del apagado automático de la Picadora	27
8.13. Criterios de selección del conductor	28
9. HIPÓTESIS.....	29
10.- DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	29
10.1. Diseño de la picadora de tallos de maíz	30
10.2. Resistencia al corte que presentan los tallos de maíz.....	30
10.3. Volumen de los tallos de maíz a picarse a diario	30
10.4. Velocidad de ingreso de los tallos de maíz	30
10.4.1. Volumen de los tallos de maíz	30
10.4.2. Numeros de tallos a picarse por hora.	31
10.4.3. Velocidad de entrada de la caña.	31
10.4.4. Bandeja de alimentación.	31
10.5. Relación entre el número de revoluciones vs. El número de cuchillas, en el rotor picador.	32
10.6. Torque de corte requerido	32

10.7. Potencia de corte (Pc).....	32
10.8. Cálculo del espesor del rotor.....	33
10.9. Cálculo del espesor de la cuchilla	34
10.9.1. Resistencia de la fluencia cortante	34
10.9.2. Esfuerzo máximo.....	34
10.9.3. Determinación del espesor de la cuchilla	34
10.10. Potencia corregida.....	35
10.11. Selección del motor.....	35
10.11.1. Fuente de potencia.....	36
10.12. Selección de poleas y bandas	36
10.12.1. Relación de transmisión	36
10.12.2. Selección de poleas	36
10.13. Potencia transmisible por banda.....	37
10.13.1. Determinación del número de bandas.	37
10.14. Torque en el eje motriz.....	38
10.15. Torque en el eje conducido.	38
10.16. Cálculo del eje principal.....	38
10.16.1. Diseño del eje principal.....	39
10.16.2. Cálculo de la resistencia de la fatiga del eje principal.....	40
10.16.3. Cálculo de las reacciones producidas por el eje principal.....	40
10.17. Cálculos de diámetros del eje.....	42
10.18. Selección de rodamientos.....	44
10.19. Duración de diseño.....	45
10.20. Capacidad de carga dinámica básica.....	45
10.22. Montaje de la los elementos de la máquina.....	47
11. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	47
11.1. OPERALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	47
12. IMPACTOS.....	50
13.- PRESUPUESTO DEL PROYECTO	50
14.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	51
14.1. Conclusiones	51
14.2.- Recomendaciones	51
15. BIBLIOGRAFÍA.....	52
16.-ANEXOS	54

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Picadoras sopladoras de campo de acción simple.....	8
Figura 2: Rotor picador	12
Figura 3: Ángulos de contacto.....	17
Figura 4: Fuerzas sobre poleas	19
Figura 5: Eje	21
Figura 6: Chaflanes en los ejes	22
Figura 7: Aceros de la serie 10	24
Figura 8: Rodamientos	24
Figura 9: Soldadura por arco eléctrico	26
Figura 10: Botonera ON- OFF.....	27
Figura 11: Contactor	27
Figura 12: Logo siemens 24RC	28
Figura 13: Eje principal	39
Figura 14: Diagrama de cuerpo libre en el eje principal.....	41
Figura 15: Diagrama de cuerpo libre, momentos cortantes y flotantes del eje principal.....	42
Figura 16: Circuito de control.....	46
Figura 17: Variación de la cantidad de material picado según la distancia entre cuchilla y contra-cuchilla.	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Actividades y metodología.....	7
Tabla 2 : Resistencia al corte de los tallos de maíz.....	30
Tabla 3: Variación de la energía cinética.....	33
Tabla 3: Selección del logo.....	46
Tabla 5: Operalización de la variable independiente.....	47
Tabla 6: Operalización de la variable dependiente.....	48
Tabla 7: Datos de pruebas realizadas.....	48
Tabla 8: Presupuesto del proyecto.....	50

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

TITULO: “IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA AUTOMÁTICA PICADORA DE TALLOS DE MAÍZ”

Autores: ALMACHI PANELUISA HÈCTOR ARTURO
LEÓN JÁCOME BAYRON XAVIER

RESUMEN

Actualmente el Cantón Mejía es uno de los principales productores agrícolas del país, uno de los principales productos que se cultiva es el maíz, el cual lo cultivan especialmente los pequeños agricultores de la zona, una pequeña parte de esta producción es aprovechada para el consumo humano, mientras que lo restante sirve como alimento para ganado, o es desechado al no contar con una maquinaria adecuada para poder procesar los tallos, ya que las máquinas que se ofertan en el mercado son de elevado costo y de uso industrial.

Este proyecto se realizó basado en los antecedentes antes mencionados en cuanto al cultivo de maíz en el zona antes mencionada, la propuesta de diseño surge de la necesidad de contar con una maquinaria que ayude a los agricultores a procesar, enfundar y reducir los costos de producción de silo que sirve como alimento del ganado. Inicialmente se realiza un estudio básico de los tallos de maíz, con la finalidad de conocer las características principales de la materia prima a ser procesada.

Se realiza el diseño de una máquina automática picadora de tallos de maíz con una capacidad de picado de 50 kg en un tiempo de 10 minutos, con espesores de caña que varían de 0.5mm a 25mm. Teniendo en cuenta que la picadora trabajará 8 horas diarias y cada funda de empaquetado tendrá un peso de 30 kg, el número de fundas obtenidas es de 80 por día.

Palabras claves: Picadora, enfundado, alimento de ganado.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
ACADEMIC UNIT OF ENGINEERING SCIENCES AND APPLIED
ELECTROMECHANICAL ENGINEERING CAREER

TOPIC: AN AUTOMATIC MACHINE IMPLEMENTATION OF MINCER FOR CORNSTALKS.

Authors: Almachi Paneluisa Héctor Arturo
León Jácome Bayron Xavier

ABSTRACT

Nowadays, the “Cantón Mejía” is one of the main agricultural producers in the country, the corn is the most cultivated goods in this area, small local farmers are those who cultivate this product, a small part of this production is for human consumption, while the remainder is used as cattle feed, or is discarded because the small farmers don't have the appropriate machinery to process the cornstalks due to the available machinery is too expensive and focus in industrial uses. By the current mentioned ahead problems was based on proposed design that will be implemented through the small farmers' necessity to have a machine that helps them to process, sheathe and reduce the cornstalks costs production that is used as cattle feed. We begin with a cornstalks basic study, in order to know the main characteristics of the raw material to be processed, after that will be made the design of an automatic mincer with capacity to cut 50 Kg in 10 minutes, the cornstalks thickness can be between 0.5 mm and 25mm. will be deemed that the machine will work 8 hours a day, every package will weigh 30 kg, in order to obtain 80 packages per day.

Keywords: Mincer, Chipper, Sheathed, Cattle feed, Cornstalks.

1.- INFORMACIÓN GENERAL

Título del proyecto:

“IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA AUTOMÁTICA PICADORA DE TALLOS DE MAÍZ”

Fecha de inicio: 28 de Septiembre del 2015

Fecha de finalización: 28 de julio del 2016

Lugar de ejecución:

Empresa SOLMECANIC ubicada en el Barrio La Paz, Calles: García Moreno y Nueva España, Ciudad de Machachi, Cantón Mejía, Provincia de Pichincha, Zona 2.

Unidad Académica que auspicia:

Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

Carrera que auspicia:

Carrera de Ingeniería electromecánica

Empresa que auspicia:

Soluciones mecánicas e industriales (SOLMECANIC)

Proyecto de investigación vinculado:

Procesos de Producción

Equipo de trabajo.

Nombres y apellidos: Ing. M.S.c Álvaro Santiago Mullo Quevedo

Fecha de nacimiento: 1982-10-04

Cedula de ciudadanía: 050276854-2

Números telefónicos: 098 854012 / 03 2292564 (Latacunga)

E-mail: alsamullo@hotmail.com / alsamullo82@gmail.com

ESTUDIOS REALIZADOS

Nivel primario: Escuela “Isidro Ayora”

Nivel secundario: “Instituto Tecnológico Ramón Barba Naranjo”

Nivel superior: Escuela Politécnica del Ejército

Nivel post grado: Universidad Técnica de Cotopaxi

Coordinadores del proyecto:

Apellidos y nombres: Almachi Paneluisa Héctor Arturo

Estado civil: Soltero

Cedula de identidad: 172317191-2

Domicilio: Parroquia Santiago de Machachi Barrio San Francisco

Teléfonos: 3670087- 0999175796

Email: hector-452010@hotmail.com

Estudios realizados:

Secundaria: COLEGIO: Colegio Nacional Machachi

Primaria: Escuela Fiscal Mixta Nasa

Apellidos y nombres: León Jácome Bayron Xavier

Estado civil: Soltero

Cedula de identidad: 171813957-7

Domicilio: Machachi

Teléfonos: 022314888 – 0998138036

Email: Electrónico: bayto@hotmail.es

Estudios realizados:

Secundaria: COLEGIO: Colegio Nacional Machachi

Primaria: Escuela José Mejía Lequerica.

Área de conocimiento:

Optimización de maquinaria y procesos productivos

Línea de Investigación:

Procesos industriales

Sub líneas de Investigación:

Equipamiento tecnológico y mantenimiento electromecánico

2.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Los tallos de maíz han sido utilizados desde hace tiempo atrás como alimento para el ganado pero estos al estar en su forma original presentan dificultad en estos animales al no poder masticar ni digerir la caña, actualmente el corte de la caña se lo realiza de dos maneras: la primera que se realiza manualmente, es decir cortan los tallos en trozos que oscilan entre 5 cm y 15cm, siendo este proceso muy lento e ineficiente. La segunda forma se la realiza por medio de maquinaria agrícola, pero esto conlleva a utilizar varias personas para la ejecución de este proceso.

Esta investigación se llevó a cabo en la empresa SOLMECANIC que se encuentra ubicada en el Cantón Mejía, el estudio plantea la implementación de una picadora automática de tallos de maíz, y tiene como objetivo reducir el tamaño de los tallos (trozos de 0.5mm a 25mm como máximo) ya que mientras más pequeñas son los trozos de caña, la ingesta u digestión el en ganado será de manera más rápida.

Para empezar con el diseño de la máquina primero se realizó pruebas de destrucción de los tallos como es la de corte, estas pruebas se realizaron en una máquina casera acopladas a esta unas cuchillas y por medio de una balanza electrónica se pudo obtener los datos de la fuerza a aplicar en la destrucción de los tallos que es de 12.49 kgf; obtenido el dato de la fuerza de corte, se procedió a realizar un análisis de la capacidad de producción que debe tener la picadora con el fin de comenzar a realizar los cálculos de los elementos mecánicos, eléctricos, y mandos de control; por último se procedió a analizar los posibles diseños que deberían tener cada una de las partes que conforman la picadora y así poder comenzar con el montaje de cada una de ellas.

Después de revisar que cada elemento se encuentre ubicado en forma correcta y los pernos de sujeción estén bien apretados se procedió a las pruebas de funcionamiento en donde se obtuvo una cantidad de material picado de 50Kg en un tiempo de 10 minutos, y se verificó el cumplimiento de todos los parámetros para la cual fue diseñada.

Palabras claves: Tallos de Maíz, Corte, Alimento para ganado

3.- JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto que se plantea está relacionado con el aprovechamiento de los tallos de maíz que son desechados después de la cosecha, y utilizarlos como alimento para el ganado, el cual se justifica desde los siguientes puntos de vista:

En el Cantón Mejía la producción de maíz se da cada año por parte de los pequeños productores, lo cual una vez que cultivan el maíz los tallos quedan y son desechados y quemados en ocasiones, lo que se busca es el aprovechamiento de manera íntegra de los tallos de maíz obteniendo así un producto final que servirá como alimento del ganado.

La implementación de una máquina automática picadora de tallos de maíz beneficiará de manera directa a la empresa SOLMECANIC ya que brindará el servicio de picado de caña a los diferentes agricultores del sector; y de manera indirecta ayudará a los agricultores del lugar porque al contar con una maquinaria de estas características se aprovecharía al máximo este recurso.

Actualmente el desarrollo de proyectos con un enfoque distinto y novedoso, permite que se abra las puertas a la explotación de nuevas áreas, logrando así contar con mano de obra especializada y de maquinarias eficientes que será de utilidad cuando se requiera realizar una aplicación relacionada.

De acuerdo con el plan nacional de buen vivir en el artículo 10 en donde unos de los objetivos es Impulsar la transformación de la matriz productiva manifiesta:

Que se debe impulsar la producción y la productividad de forma sostenible y sustentable, fomentar la inclusión y redistribuir los factores y recursos de la producción en el sector agropecuario.

4.- BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Los beneficiarios, directos de este proyecto será la empresa SOLMECANIC, la misma que ha permitido realizar la investigación y el análisis del proyecto.

Los beneficiarios indirectos de este proyecto serán:

- Los productores a los cuales la empresa SOLMECANIC brinde sus servicios y,
- Los postulantes del proyecto de investigación

5.- EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.

En el mercado existe una gran variedad de máquinas estacionarias picadoras de pasto, con estas se puede picar los tallos de maíz pero tienen un elevado costo económico en el mercado local, el cual oscila entre \$3000 y \$6000, Ver anexo 1.

El problema radica en que los pequeños productores no cuentan con un conocimiento adecuado de cómo aprovechar los recursos que brindan los tallos del maíz por ello, cuando el proceso de cultivo termina unos pocos agricultores lo utilizan como alimento para el ganado teniendo que cortarlos en trozos de 5 a 15 cm, esto lo realizan manualmente, para que los animales puedan ingerirlos y otra parte son quemados y desechados (aprox. 10% del producto cultivado), si las personas tuvieran el conocimiento, adecuado de cómo procesar y utilizar al máximo los tallos del maíz obtendrían un ingreso económico extra ya que el producto final que se obtiene después de ser picado tiene muchas aplicaciones, entre las cuales se incluye la alimentación del ganado bovino y porcino de manera especial para engorde y producción de leche de dichas especies.

Con el avance de la tecnología se han creado un sin número de maquinaria pero son máquinas que se utilizan para el picado en pie de pastos además estas para poder realizar este proceso utilizan necesariamente de un tractor, esto conlleva que los pequeños agricultores no puedan adquirirlas. A la necesidad de mejorar la producción y evitar el desperdicio de los tallos de maíz, se ha planteado implementar una máquina automática eficiente capaz de competir con las máquinas existentes en el mercado.

6. OBJETIVOS:

6.1. Objetivo General

Implementar una máquina automática para picar tallos de maíz, mediante un diseño mecánico e implementación eléctrica y electrónica, para mejorar el proceso de producción y de esta manera obtener un producto de mejor calidad el mismo que será utilizado como alimento para el ganado.

6.2. Objetivos Específicos

- Desarrollar una investigación teórica y de campo para recopilar información y datos de maquinarias agrícolas e industriales, para la búsqueda de mecanismos útiles que permitan la construcción de la máquina picadora.
- Realizar el diseño mecánico, análisis de esfuerzos y especificación de materiales para la construcción de una picadora de tallos de maíz.
- Implementar un sistema electrónico que permita el apagado automático de la picadora, cuando en un intervalo de tiempo no detecte la entrada del producto.
- Realizar la construcción de la picadora de tallos de maíz con sus respectivos ensayos de funcionamiento.

7. OBJETIVOS ESPECIFICOS, ACTIVIDADES Y METODOLOGÍA

Tabla 1: Actividades y metodología

Objetivo	Actividad	Resultado de la actividad	Descripción de la metodología por actividad
Desarrollar una investigación teórica y de campo para recopilar información y datos de maquinarias agrícolas e industriales, para la búsqueda de mecanismos útiles que permitan la construcción de la máquina picadora.	Recopilación de datos e información bibliográfica	Analizar la información para proceder con el diseño del proyecto	Documental y de Campo
Realizar el diseño mecánico, análisis de esfuerzos y especificación de materiales para la construcción de una picadora de tallos de maíz.	Realizar ensayos para determinar la resistencia que ofrecen los tallos al corte.	Determinar los esfuerzos que tendrán los diferentes elementos que conforman la máquina	De campo
Realizar la construcción de la picadora de tallos de maíz con sus respectivos ensayos de funcionamiento.	Verificar la capacidad de la máquina y el diámetro de picado.	Calibración de la máquina	De campo
Implementar un sistema electrónico que permita el apagado automático de la picadora, cuando en un intervalo de tiempo no detecte la entrada del producto.	Conexión e instalación de elementos electrónicos	Apagado automático de la picadora	De campo

Elaborado: Grupo de investigación

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1. Alternativas de máquinas picadoras.

Las máquinas picadoras se usan para reducir material verde o seco a menores dimensiones. El picado se puede emplear sobre el material previamente cosechado, sea en forma verde o henificada, pero también se usa para efectuar la cosecha de forrajes trabajando directamente sobre el cultivo en pie.

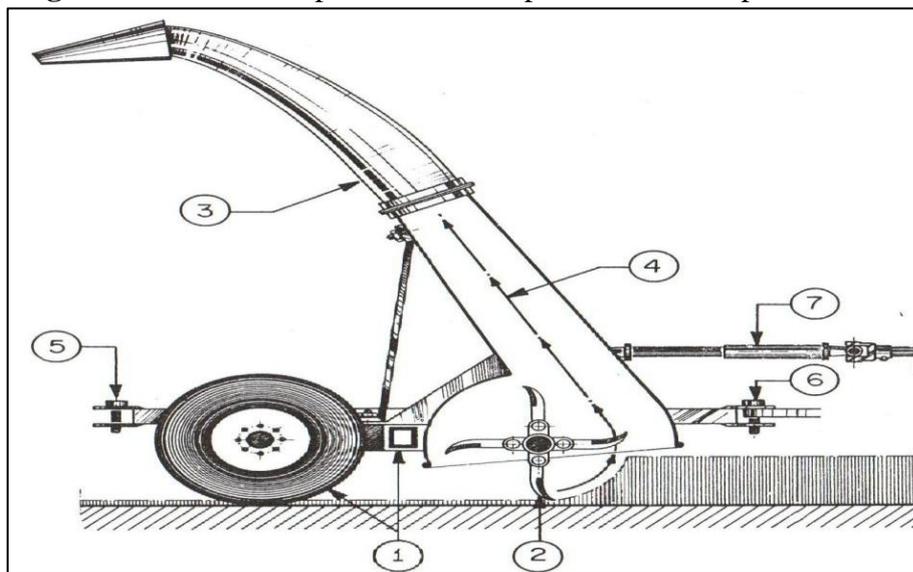
8.1.1 Máquinas picadoras–sopladoras estacionarias.

Estas máquinas se emplean para cosechar material verde o seco, cosechado previamente. El volante picador de estas máquinas está equipado con paletas, para soplar el material picado a través de un tubo de conducción hacia el depósito.

8.1.2. Máquinas picadoras–sopladoras de acción simple

Estas máquinas se emplean sólo para la cosecha de pastos (Fig. 1). El material se usa para la alimentación directa del ganado, o para el ensilado. En el último caso, se descarga el material en una picadora-sopladora estacionaria que lo pica otra vez y luego lo sopla en el silo.

Figura 1: Picadoras sopladoras de campo de acción simple



Fuente: Cosechadoras de forrajes, Manuales para educación agropecuaria. Pag.34

8.2. Fundamentos de diseño

8.2.1. Definiciones de diseño

Según Norton (1999) expone.

El diseño de ingeniería se puede definir como la creación de planos necesarios para que las máquinas, las estructuras, los sistemas o los procesos desarrollen las funciones deseadas el proceso de aplicar las diversas técnicas y los principios científicos con el objeto de definir un dispositivo, un proceso o un sistema con suficiente detalle para permitir su realización (p. 3).

Según Budynas y Nisbett (2008), “Diseñar es formular un plan para satisfacer una necesidad específica o resolver un problema. Si el plan resulta en la creación de algo físicamente real, entonces el producto debe ser funcional, seguro, confiable, competitivo, útil, que pueda fabricarse y comercializarse” (p.4).

Según los criterios citados anteriormente, decimos que el diseño en ingeniería es realizar una serie de análisis para cumplir un objetivo planteado para satisfacer necesidades de la sociedad cumpliendo con todos los estándares de calidad.

8.2.2. Definición de máquinas

Según Mabie (2004) expresa, “Una máquina es un mecanismo o conjunto de mecanismos que transmite fuerza desde la fuente de energía hasta la resistencia que se debe vencer” (p.21).

Según Norton (1999) expone.

- Aparato formado de unidades interrelacionadas.
- Dispositivo que modifica una fuerza o un movimiento.

La idea de trabajo útil es fundamental a la función de una máquina, ya que en ello casi siempre habrá alguna transferencia de energía. La mención de fuerzas y movimiento también es vital para nuestros intereses ya que, al convertir la energía de una forma a otra, las máquinas crean movimiento y generan fuerzas (p.3).

De las definiciones antes mencionadas, podemos obtener un criterio el cual nos dice que una máquina es un mecanismo que crea movimiento y genera fuerzas.

8.2.3. Diseño mecánico

Dada la importancia de conocer como es el proceso de diseño y selección de un componente mecánico, es indispensable conocer los esfuerzos a los que estará sometido como momentos flexionantes, torsor, etc.

8.3. Diseño de la picadora de tallos de maíz

8.3.1. Capacidad de la máquina

La máquina automática tendrá una capacidad de producción de picado de los tallos de maíz de 5kg a 6kg por minuto para llenar una funda que su peso es aproximadamente de 30kg, la máquina trabajara de acuerdo la cantidad de lote sembrado que posean los agricultores que requieran los servicios de esta máquina; pero esta máquina estará diseñada para trabajar 8 horas diarias durante dos meses o lo que dure la cosecha de maíz.

8.3.2. Resistencia al corte que presentan los tallos de maíz.

Para determinar el valor promedio máximo de la resistencia al corte de los tallos de maíz, se realizaron pruebas en una cizalla casera, donde se colocan masas que ejercen una fuerza W y haciendo eje en O , la cuchilla corta los tallos.

Se considera un valor aceptable de W cuando el corte de la sección transversal de los tallos supere el 50%.

Los tallos de maíz tiene una parte suave y una parte dura, los cortes se realizaron en la parte dura, teniendo en cuenta que debemos considerar la zona crítica para el diseño, pues en ella la resistencia es mayor.

Para el cálculo de la velocidad, potencia de corte de se tomará como referencia la investigación realizada en la tesis de los Señores, Guijarro Paguay Graciela Inés, Paguay Ocaña Héctor Politécnica Nacional del Chimborazo. “Diseño y construcción de una máquina picadora de bagazo de caña de azúcar” Trabajo titulación (Ingeniero Mecánico). Riobamba – Ecuador, 2011, págs. 39-40.

8.3.3. Velocidad y potencia de corte.

La velocidad de ingreso de los tallos de maíz es un aspecto muy importante que se debe definir porque de allí se partirá para el cálculo y diseño de la picadora.

8.3.4. Volumen a picarse de tallos de maíz.

Para hallar la velocidad partimos de la capacidad de la máquina.

El volumen de los tallos de maíz a picarse a diario es.

$$v = \frac{c}{\delta} \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde:

V: volumen de los tallos

C: peso de los tallos en función del tiempo (capacidad)

δ : densidad de los tallos (caña)

8.3.5. Numeros de tallos a picarse por hora.

$$\text{tallos} = \frac{v}{v_t} \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde:

V: volumen de los tallos .

v_t : volumen de un tallo de maiz.

8.3.6. Velocidad de entrada de la caña.

Para determinar la velocidad del ingreso de la caña a la tolva de picado relacionamos lo siguiente:

$$V1 = \frac{N^{\circ} \text{cañas}}{\text{min}} * L_c \quad (\text{Ec. 3})$$

Donde:

L_c = Longitud de la caña

V_1 = Velocidad de ingreso

8.3.7. Bandeja de alimentación

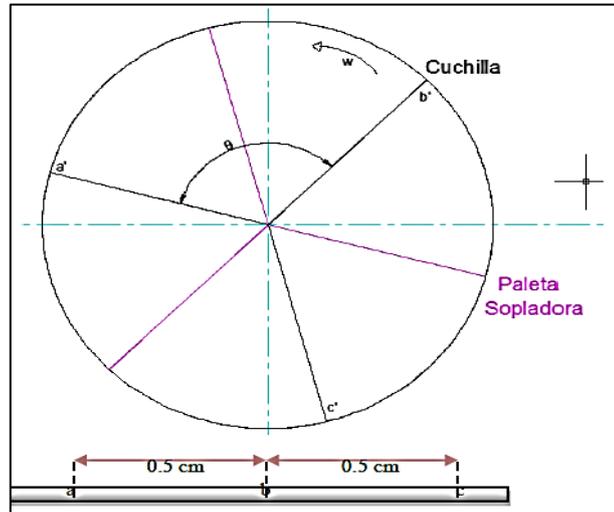
La forma de la bandeja de alimentación deberá asegurar el ingreso adecuado de los tallos hacia el rotor picador, para lo cual se debe tomar una ligera inclinación en la bandeja para aprovechar el peso de los tallos en la alimentación.

8.3.8. Relación entre el número de revoluciones vs. El número de cuchillas, en el rotor picador.

Las cuchillas estarán dispuestas en el volante de tal manera que corten un centímetro a la vez por cada cuchilla.

Debido a que nuestro volante es el rotor hemos decidido colocar 3 cuchillas que irán sujetadas en portas cuchillas individuales. Es decir, que cada cuchilla estará a 120° (2.0944 rad), como se muestra en la figura 2.

Figura 2: Rotor picador



Elaborado: Grupo investigador

$$t_{a'b'} = \frac{\theta}{w} = t_{ab} = \frac{e}{v_i} \quad (\text{Ec. 4})$$

$$\frac{\theta}{w} = \frac{e}{V_i}$$

Donde:

θ =Angulo entre cuchilla.

W= Velocidad angular.

e= Espesor del producto.

Vi= Velocidad de ingreso de la los tallos.

8.3.9. Torque de corte requerido.

El área total de la boca por la cual ingresan los tallos al volante picador es de:

$$T = F_c * r \quad (\text{Ec. 5})$$

Donde:

T= Torque

Fc= Fuerza de corte

r= Radio medio del volante

8.3.10. Potencia de corte (Pc).

$$P_c = T * N \quad (\text{Ec. 6})$$

Donde:

T=Torque requerido.

N=Velocidad angular.

8.3.11. Rotor.

Tendremos 3 cuchillas dispuestas en forma radial, las cuales deben cortar los tallos de maíz en tramos de 0.5, 10, 25 (mm) de acuerdo a las necesidades de los productores.

Además en el rotor irán sujetas las cuchillas y tres paletas sopladoras las cuales servirán para hacer el barrido del material picado al exterior.

Una vez establecido en número de cuchillas y paletas sopladoras, debemos hallar las dimensiones adecuadas del volante, las cuales establecemos en función de la Energía Cinética y la Inercia del mismo.

$$I = \frac{\Delta E}{C_s * W} \quad (\text{Ec. 7})$$

Donde:

I= Momento de inercia del volante.

$\Delta E = E_2 - E_1 =$ Variación de energía cinética.

$C_s =$ Coeficiente de fluctuación de velocidades.

W =Variación de energía.

El volante es un elemento giratorio que actúa como depósito de energía cinética, que está dada por la fórmula:

$$\Delta E = \frac{1}{2} * I * W^2 \quad (\text{Ec. 8})$$

8.4. Diseño de cuchillas

8.4.1. Definición de corte

Para el diseño de cuchillas se tomará como referencia la investigación realizada en la tesis de los Señores IBUJÉS, Willian, MASAPANTA Diego. “Diseño, Construcción y funcionamiento de un prototipo de una máquina procesadora de material orgánico, con 2Hp de potencia, para obtener una tonelada de producción diaria”, Trabajo titulación (Ingeniero en Electromecánica). Latacunga – Ecuador, Universidad Técnica de Cotopaxi, 2010, págs. 28,48-51.

La operación de corte consiste en hacer que se deslicen dos porciones de un cuerpo, que son separadas por la acción de las cuchillas provocan el alargamiento de las fibras de la chapa hasta que se produce la rotura, iniciada por una incisión seguida de la cortadura o arrancado de las fibras.

Una característica de un juego de cuchillas es que sus aristas cortantes son vivas, y el juego entre estas muy reducido para asegurar un corte limpio. Para su diseño se utilizará la ecuación:

$$S_{sy} \text{ o } S'_{n} \geq 0,5 \times S_y = 0,5 \text{ a } 0,7 \times S_{ut} \quad (\text{Ec. 9})$$

Donde:

S_{sy} o S'_{n} : Resistencia a la fluencia en cortante.

S_y : Resistencia al punto de fluencia.

S_{ut} : Resistencia última al punto de fluencia.

Para luego al aplicar la teoría del esfuerzo máximo obtener:

$$\tau_{\max} = \frac{S'_{n}}{n} \quad (\text{Ec. 10})$$

Donde:

τ_{\max} : Esfuerzo cortante máximo.

S'_{n} : Esfuerzo cortante máximo permisible.

n : Factor de seguridad recomendado por la empresa SOLMECANIC

8.4.2. Dimensiones de las cuchillas

En cuanto a las dimensiones, el espesor de la cuchilla se puede determinar utilizando:

$$\tau_{\max} = \frac{F}{A} \quad (\text{Ec. 11})$$

Donde:

τ_{\max} : Esfuerzo cortante máximo.

F : Fuerza de corte del alimento.

A : Área de la cuchilla que soporta la carga.

El ancho de la cuchilla se desarrolla luego de haber obtenido el espesor, por:

$$A=b*h \quad (\text{Ec. 12})$$

Donde:

A: Ancho de la cuchilla

b: Base de la cuchilla

h: Altura de la cuchilla

Luego de desarrollar lo antes mencionado se tendrá un diseño de cuchillas útil para los propósitos de corte necesario por el diseñador.

8.4.3. Potencia corregida

Para hallar la potencia de diseño se debe multiplicar la potencia calculada por un factor de servicio. Esto se lo hace para prevenir fallas debido a golpes, vibraciones o tirones; dicho factor aumenta la potencia a transmitir para obtener la potencia de diseño que considera las características de trabajo de la máquina y el motor utilizado.

$$P_D = C_1 * P_C \quad (\text{Ec. 13})$$

Donde:

P_D : potencia de diseño

C_1 : factor de servicio

P_C : potencia calculada

8.5. Selección del motor

La selección del motor se realizara con los valores encontrados en la potencia corregida.

8.6. Relación de transmisión.

Una de la función de las bandas aparte de la transmisión de potencia es aumentar el par de torsión y disminuir la velocidad o viceversa, al expresar numéricamente se tiene que:

$$K = \frac{N_1}{N_2} \quad (\text{Ec. 14})$$

Donde:

N_1 : RPM del motor.

N_2 : RPM del rotor picador

8.6.1 Selección de poleas

Para determinar los diámetros de las poleas conductora y conducida se utilizará la ecuación de relación de transmisión, partiendo del diámetro primitivo de la polea conductora (D_1):

$$K = \frac{N_1}{N_2} = \frac{D_2}{D_1} \quad (\text{Ec. 15})$$

Donde:

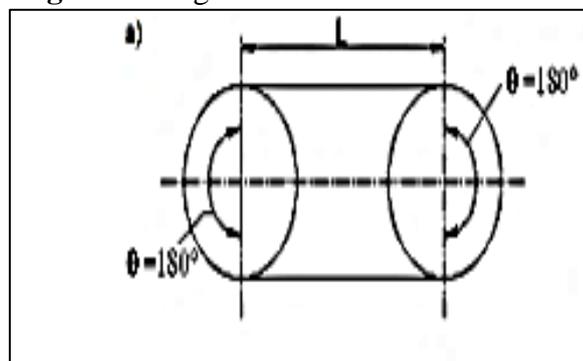
D_1 : Diámetro de la polea conductora.

D_2 : Diámetro de la polea conducida.

8.6.2. Ángulos de contacto.

El ángulo con que abraza la correa a las poleas dependerá de los diámetros de estas últimas y de la distancia a la que se encuentran entre sí sus centros. Si los diámetros de ambas poleas son iguales, según se muestra en la figura N° 3 a, el ángulo con que abraza la correa a cada polea es 180°

Figura 3: Ángulos de contacto



Fuente: <https://encryptedtbn2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQhgI5CkWu2Q26RsVearM8PFRDNL3bUSHJxPSVxos5hahItO2A>

8.6.3. Potencia transmisible por banda

Se utilizará la siguiente fórmula:

$$P_a = P_b + P_d * C_T * C_I \quad (\text{Ec. 16})$$

Donde:

P_a : Potencia en CV que transmite la banda en condiciones reales

P_b : Potencia en CV que la banda transmite en hipotéticas condiciones de trabajo

P_d : Es la prestación diferencia en CV

8.6.4. Determinación del número de bandas.

La siguiente ecuación determina l número de bandas

$$N_b = \frac{\text{Potencia de diseño}}{P_a} \quad (\text{Ec. 17})$$

Donde:

P_a : Potencia en CV que transmite la banda en condiciones reales

N_b : Número de bandas

8.6.5. Torques generados en la transmisión.

Torque en el eje motriz.

Partimos de la siguiente ecuación.

$$P = T * \omega \quad (\text{Ec. 18})$$

$$T = \frac{P}{\omega}$$

Donde:

P = Potencia

T =Torque

ω =Velocidad angular

8.7. Diseño de ejes

Las ecuaciones utilizadas para el cálculo del eje y parte de la fundamentación teórica serán tomadas del libro de **MOTT, ROBERT L., Diseño de elementos de máquinas, 4 ED.**

Juinall (1991), expone.

El término eje se refiere por lo común a un elemento relativamente largo de sección transversal redonda que gira y transmite potencia. Por lo general, uno o más partes como engranes, ruedas dentadas para cadenas, poleas y levas o excéntricos están fijos al eje por medio de pasadores, cuñas, estrías, anillos de cierre rápido y otros dispositivos (p585).

Un eje es un elemento mecánico que puede tener diferentes medidas y se utiliza para transmitir movimiento en donde se montan elementos como poleas rodamiento etc.

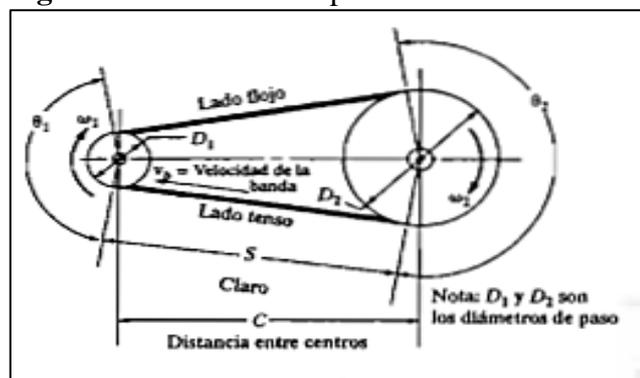
8.7.1. Fuerzas que ejercen los elementos de máquinas sobre los ejes.

Los engranes, las poleas, las catarinas y otros elementos sostenidos comúnmente por los ejes, ejercen fuerzas sobre el eje y causan momentos flexionantes.

8.7.2. Poleas para bandas en V.

En el sistema para bandas en V los dos lados de la banda están en tensión, como se ve en la figura N° 4:

Figura 4: Fuerzas sobre poleas



Fuente: MOTT, ROBERT L., Diseño de elementos de máquinas

La tensión F_1 en el lado tenso es mayor que la tensión F_2 en el lado flojo y por ello hay una fuerza impulsora neta sobre las poleas, igual a:

$$F_N = F_1 - F_2 \quad (\text{Ec. 19})$$

Donde:

F_N = Fuerza neta impulsadora.

F_1 = Tensión en el lado templado.

F_2 = Tensión en el lado flojo.

La magnitud de la fuerza neta impulsora neta se puede calcular con el par torsional transmitido.

$$F_N = T / \left(\frac{D}{2} \right) \quad (\text{Ec. 20})$$

Pero la fuerza de flexión sobre el eje que sostiene la polea depende de la suma $F_1 + F_2 = F_B$. Para ser más precisos, se debe utilizar las componentes de F_1 y F_2 paralelas a la línea entre centros de las dos poleas. Pero a menos que las poleas tengan diámetros totalmente distintos, se causa poco error si se supone que:

$$F_B = F_1 + F_2 \quad (\text{Ec. 21})$$

Para calcular la fuerza de flexión F_B , se necesita una segunda ecuación donde aparezcan las fuerzas F_1 y F_2 . Se obtiene al suponer una relación de la tensión en el lado tenso y la tensión en el lado flojo. Para transmisiones con banda en V, se supone que la relación es, en el caso normal.

$$F_1 / F_2 = 5 \quad (\text{Ec. 22})$$

Conviene establecer una relación entre F_B y F_N de la forma.

$$F_B = CF_N \quad (\text{Ec. 23})$$

Donde:

C: Constante por determinar

$$C = \frac{F_B}{F_N} = \frac{F_1 + F_2}{F_1 - F_2} \quad (\text{Ec. 24})$$

De acuerdo con la ecuación $F_1 / F_2 = 5$

Tendremos que:

$$C = \frac{F_1 + F_2}{F_1 - F_2} = \frac{5F_2 + F_2}{5F_2 - F_2} = \frac{6F_2}{4F_2} = 1.5 \quad (\text{Ec. 25})$$

Tendremos que la ecuación para determinar las fuerzas flexionantes sobre un eje para las transmisiones con banda en V sería.

$$F_B = 1.5 F_N = 1.5 T / (D/2) \quad (\text{Ec. 26})$$

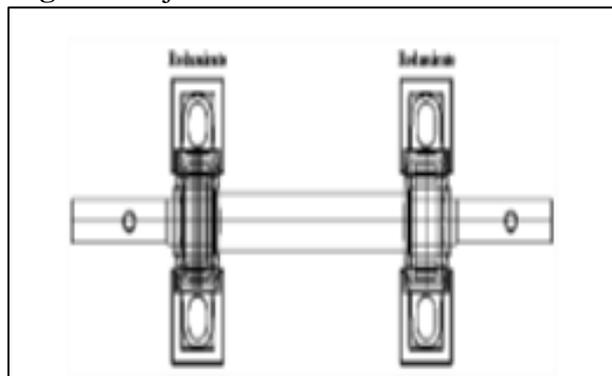
Se tiene que considerar que la fuerza flexionante F_B actúa como una sola fuerza en línea entre los centros de las dos poleas.

8.7.3. Concentraciones de esfuerzos.

Para montar los diversos tipos de elementos de la máquina en los ejes, en forma adecuada, un diseño típico contiene varios diámetros, cuñeros, ranuras de anillo y otras discontinuidades geométricas que producen concentración de esfuerzos.

Factor de concentración de esfuerzos . K_t

Figura 5: Eje

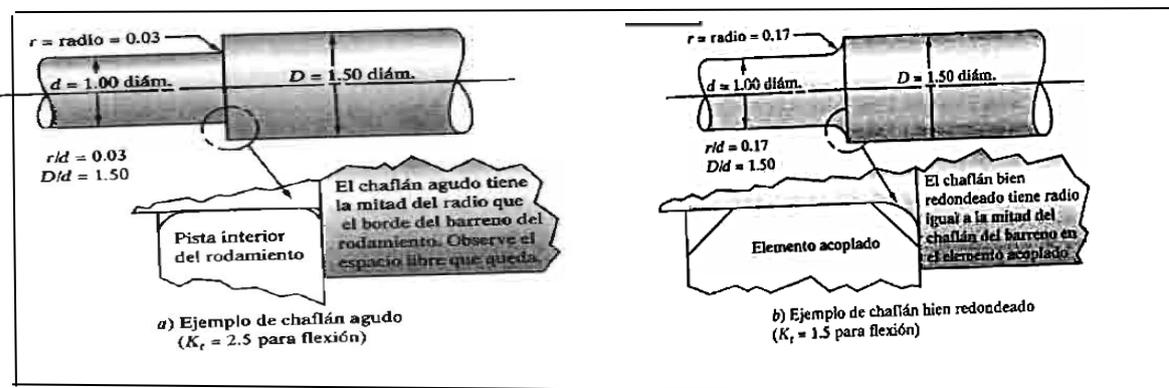


Fuente: BUDYNAS y NISBETT, Diseño en ingeniería mecánica de Shigley.

Los valores de los Factores de concentración de esfuerzos se tomarán de datos utilizados por diseñadores más experimentados y que se encuentran descritos en el libro de MOTT, ROBERT L., Diseño de elementos de máquinas, 4 ED. y según lo dicho $K_t = 1.6$: por el cuñero tipo trineo como muestra el la figura N°5.

$K_t = 1.5$ y 2.5 por los chaflanes en escalón agudo y redondeado respectivamente como muestra en el figura N° 6.

Figura 6: Chaflanes en los ejes



Fuente: MOTT, ROBERT L., Diseño de elementos de máquinas

8.7.4. Ejes sometidos a flexión y a torsión.

Como ejemplos de ejes sometidos solo a flexión y torsión están los que sostienen engranes rectos, poleas para banda en V o ruedas para cadenas, la potencia transmitida causa torsión y las fuerzas transversales sobre los elementos causan flexión.

Para el cálculo de los diámetros de los ejes se utilizará la siguiente ecuación;

$$D_1 = \frac{32N}{\pi} \sqrt{\frac{K_t M}{S'_n}^2 + \frac{3}{4} \frac{T}{S_y}}^{2 \frac{1}{3}} \quad (\text{Ec. 27})$$

Donde:

D: Diámetro del eje.

K_t : Valor de concentración de esfuerzo.

M: Momento flexionante en el punto de interés.

S'_n : Resistencia a la fatiga real.

T: Torque.

S_y : Límite de cedencia.

8.7.5. Resistencia a la fatiga real.

Existen factores que disminuyen la resistencia a la fatiga de piezas de una máquina y para calcular dicho valor se utilizara la siguiente fórmula:

$$S'_n = S_n (C_m)(C_{st})(C_R)(C_s) \quad (\text{Ec. 28})$$

Donde:

S'_n : Resistencia a la fatiga real.

S_n : Resistencia a la fatiga ($S_n = 0.5 S_u$).

S_u : Resistencia ultima a la tensión.

C_m : Factor del material.

C_{st} : Factor del tipo de esfuerzo.

C_R : Factor de confiabilidad.

C_s : Factor de tamaño.

8.7.6. Acero al Carbono

Todos los aceros al carbono son oxidables, por contrario, la definición funcional de acero inoxidable, es acero poco oxidable. Dentro de los aceros al carbono, los grados de oxidación varia, en función de la concentración de ciertos elementos, como por ejemplo el cromo.

Acero Serie 10

Muchos de los aceros de la serie 10 (1095, 1084, 1070, 1060, 1050, etc.) son utilizados para la cuchillería, aunque el 1095 es el más popular para los cuchillos. Cuando se entra en orden a partir de 1095-1050, va generalmente de más carbón a menos, de más resistencia al desgaste a menos resistencia al desgaste, y resistente a más resistente. Como tal, se verá 1060 y 1050, utilizado a menudo para las espadas. Para los cuchillos, 1095 es clase del acero de carbón "estándar", no demasiado costoso y se trabaja bien. Es razonablemente resistente y lleva a cabo un buen filo, y es fácil afilar. Se oxida fácilmente. Éste es un acero simple, que contiene solamente dos elementos de aleación: carbón al 95% y manganeso al 4%.

Figura 7: Aceros de la serie 10

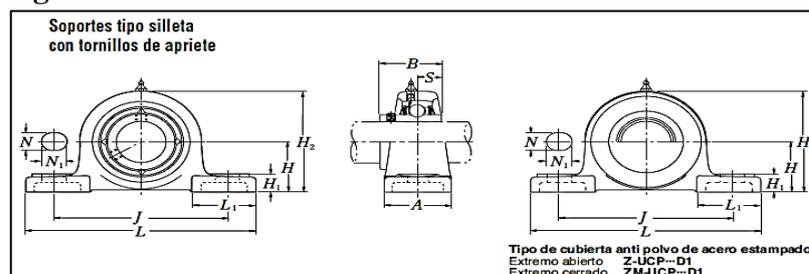
Grado	Dureza Brinell	Velocidad (sfm)	Avance (ipr)	RPM	Pulgadas de recorrido lineal de la herramienta por minuto	Recorrido de la herramienta como % del 1018
1018	126	130	0.0019	497	0.9443	100
10L18	126	150	0.0021	573	1.2033	127
1117	137	150	0.0022	573	1.2606	133
11L17	137	172	0.0024	649	1.5576	165

Fuente: <http://www.metalmecanica.com/temas/Factores-importantes-sobre-el-mecanizado-de-aceros-al-carbono>

8.8. Selección de rodamientos.

Para la selección de los rodamientos solo realiza una vez conocidas las fuerzas de reacción y los diámetros de los ejes.

Figura 8: Rodamientos



Fuente: http://www.fyhbearings.com/html/catalog/FYH_Spanish_USA.pdf

También se debe especificar la carga de diseño sobre el rodamiento, a la cual se le conoce como carga equivalente el método para determinar la carga equivalente cuando solo se aplica una radial R, considera si lo que gira es la pista interior o la exterior.

$$P = V \cdot R \quad (\text{Ec. 29})$$

El factor V es el factor de rotación y tiene el valor de 1.0, si lo que gira es la pista interior del rodamiento

8.8.1. Duración de diseño.

Para determinar la duración de diseño en horas se utiliza con una velocidad de giro conocida normalmente en RPM, y el número de revoluciones de diseño para el rodamiento sería:

$$L_d = (h) (\text{rpm}) (60\text{min/h}) \quad (\text{Ec. 30})$$

8.8.2. Capacidad de carga dinámica básica.

Se determina a través de la siguiente ecuación:

$$C = P \frac{L_d}{10^6}^{\frac{1}{k}} \quad (\text{Ec. 31})$$

Donde:

L_d : Duración de diseño.

C: Carga dinámica básica.

P_d : Carga constante aplicada.

k : Constante para rodamientos de bolas $a = 3$; rodamientos de rodillos $a = 10/3$

8.9. Diseño de bastidores

Mott, Robert (2006), pronuncia. “El diseño de bastidores y estructuras de máquinas es un arte, en gran medida, porque deben acomodarse todas las partes de las máquinas” (p.776).

El bastidor o estructura el cual es el encargado de soportar todo el peso de los elementos de la máquina y a la vez soportar las condiciones de operación, para lo cual se debe utilizar material capaz de resistir el peso y las vibraciones ocasionadas por la máquina.

8.10. Uniones soldadas

Spotts, Shoup, (1999) afirma, “Una soldadura es una unión entre superficies metálicas obtenida por la aplicación localizada de calor” (p.372).

Una de las formas de realizar dicha unión, entre los procesos de mayor utilización son aquellos que emplean como fuente de calor el arco voltaico, tales como:

- 1) Soldaduras por arco con electrodo revestido (SMAW), también denominado corrientemente soldadura manual con electrodos.
- 2) Soldadura por arco eléctrico con protección gaseosa (GMAW), también denominada semiautomática con alambre macizo, bajo la sigla MIG.

Soldadura manual por arco eléctrico SMAW un Arco Eléctrico es mantenido entre la punta de un electrodo cubierto (Coated Electrode) y la pieza a trabajar. Las gotas de metal derretido son transferidas a través del arco y son convertidas en un cordón de soldadura, un escudo protector de gases es producido de la descomposición del material fundente que cubre el electrodo, además, el fundente también puede proveer algunos complementos a la aleación, la escoria derretida se escurre sobre el cordón de soldadura donde protege el metal soldado aislándolo de la atmósfera durante la solidificación, esta escoria también ayuda a darle forma al cordón de soldadura especialmente en soldadura vertical y sobre cabeza.

Figura 9: Soldadura por arco eléctrico



Fuente: (Perez, s.f.)

8.11. Diseño de la protección del motor y control eléctrico de la máquina

Para evitar daños en máquina y realizar el control eléctrico se puede utilizar algunos elementos como:

- **Botonera ON/OFF.-** Es la encargada de dar a la máquina la señal de encendido o apagado.

Figura10: botonera ON- OFF



Fuente:<http://www.electricidadabajocoste.com/Botonera-PARO-MARChAd394.htm?tab=description>

- **Relé Térmico.-** Es el encargado de controlar la cantidad de corriente que pasa hacia el motor, si esta es demasiada alta el mismo envía una señal a la bobina del contactor para q los contactos que permiten el paso de la corriente se abran.
- **Contactor.-** Es un componente electromecánico que se encarga de establecer o interrumpir el paso de la corriente.

Figura 11: Contactor



Fuente:
<http://www.areatecnologia.com/electricidad/contactador.html>

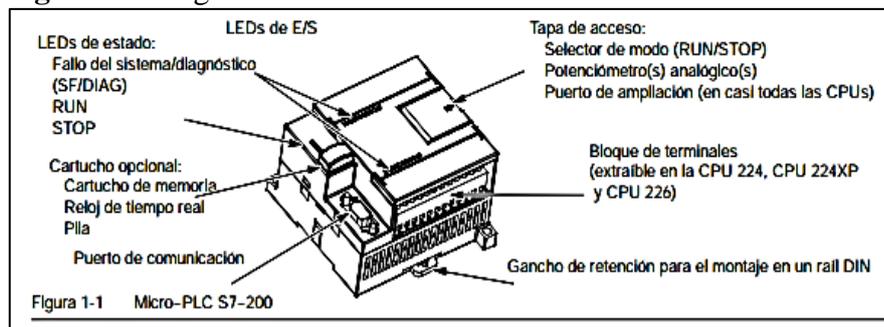
8.12. Diseño del apagado automático de la Picadora

Para realizar este sistema de apagado automático se puede utilizar varios elementos como:

- Final de carrera son interruptores que detectan la posición de un elemento móvil mediante accionamiento mecánico
- Logo siemens 24 RC
- Transformador de voltaje de 220V -12V

Con estos elementos se realizara un sistema que permita el apagado automático de la picadora con esta no detecte entrada de producto en la tolva de alimentación en un determinado tiempo.

Figura 12: Logo siemens 24RC



Fuente: Manual del sistema de automatización 24RC - Siemens

8.13. Criterios de selección del conductor

Para elegir el cable apropiado para el sistema eléctrico de la máquina se considera el siguiente factor:

Corriente máxima que debe transportar.- Determinado el tipo de cable, es necesario precisar la sección de los conductores y para esto se debe conocer la corriente máxima que deberá pasar por el valor de esta corriente en base a la potencia de demanda que el cable deberá alimentar, teniendo eventualmente las necesidades futuras.

Para determinar la corriente en un circuito eléctrico tenemos:

Corriente Alterna.

$$\text{Monofásica} = \frac{HP*746}{E*N*f.p.} \quad (\text{Ec. 32})$$

Donde:

E = tensión en voltios

N = Eficiencia expresada en decimales

HP = Potencia en caballos de fuerza

f. p = Factor de potencia ($\cos \phi$)

9. HIPÓTESIS

¿La implementación de una máquina automática picadora de tallos de maíz permitirá obtener un producto final adecuado para el consumo del ganado a través de la variación en la distancia entre cuchilla y contra cuchilla?

10.- DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**10.1. Diseño de la picadora de tallos de maíz**

Para iniciar con el diseño de la máquina se realizó un análisis de la capacidad diaria de la picadora además se tomó los datos de los ensayos que se realizó a los tallos para obtener la resistencia la corte de allí partimos para realizar los diferentes cálculos para los elementos mecánicos, eléctricos y electrónicos que están instalados.

Entonces la picadora tendrá una capacidad de producción de picado de los tallos de maíz de 5kg a 6kg por minuto para llenar una funda que su peso es aproximadamente de 30kg si la maquina trabajara 8 horas diarias la producción seria de 96 fundas diarias teniendo como resultado de 2880 kg diarios de material picado.

La picadora tendrá un alcance de trabajo como se indica a continuación.

Tipo de maquinaria: Agrícola

Material a picar tallos de maíz

Capacidad: 300 a 360 kg/h

Tamaños de picado: 3 a 25mm

Resistencia máx.: 12.49 kgf

Número de cuchillas: 3

Rpm: 1760

Fuente de alimentación: Eléctrica 220V Monofásico

Motor: 5 HP

Color: Azul

N° de maquina: 0001 Año: 2016

Forrajes que puede picar: Pastos, Avena, Alfalfa.

10.2. Resistencia al corte que presentan los tallos de maíz

Para determinar el valor promedio máximo de la resistencia al corte de los tallos de maíz, se realizaron pruebas en una cizalla casera, donde se colocan masas que ejercen una fuerza de donde se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 2: Resistencia al corte de los tallos de maíz

	N° probetas	Fuerza (kgf)	área (cm2)	Resistencia (kgf/cm2)
Tallos Frescos	1	82	6,65	10,89
	2	90	7,35	10,25
	3	80	8,53	14,96
Tallos Secos	4	95	9,67	13,56
	5	98	11,23	12,78
	Promedio	89	8,69	12,49

Elaborado: Grupo Investigador

10.3. Volumen de los tallos de maíz a picarse a diario

Se utiliza la (Ec.1)

$$v = \frac{c}{\delta}$$

$$v = \frac{360 \frac{kg}{h}}{382.22 \frac{kg}{m^3}} \approx 0.94 m^3 h$$

Resp. 1

10.4. Velocidad de ingreso de los tallos de maíz

10.4.1. Volumen de los tallos de maíz

Diámetro de los tallos: 3cm = 0.03m

Altura. 200cm = 2 m

$$V_c = \frac{3}{4} A \cdot h$$

$$V_c = \frac{3}{4} \pi * 0.03^2 \cdot 2 \text{ m}^3 = 0.004241 \text{ m}^3$$

$$V_t = 0.004241 \text{ m}^3 * \% = 0.001451 \text{ m}^3 \quad \text{Resp. 2}$$

10.4.2. Numeros de tallos a picarse por hora.

Se utiliza la (Ec.2)

$$\text{tallos} = \frac{V}{V_t} = \frac{0.94 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}{0.001451 \text{ m}^3} \approx 647 \text{ tallos/h} \quad \text{Resp. 3}$$

La alimentacion de los tallos hacia la tolva es manual.

10.4.3. Velocidad de entrada de la caña.

Se utiliza la (Ec.3)

$$V_1 = \frac{N^{\circ} \text{cañas}}{\text{min}} * L_c$$

$$V_1 = \frac{647 \text{ tallos}}{\text{h}} * 2.5 \text{ m}$$

$$V_1 = 1618 \frac{\text{m}}{\text{h}}$$

$$V_1 = 44 \frac{\text{cm}}{\text{s}} \quad \text{Resp. 4}$$

10.4.4. Bandeja de alimentación.

La bandeja de alimentación tendrá una inclinación de 15° de tal manera que facilite el ingreso de los tallos de maíz hacia el rotor picador.

La bandeja está diseñada de modo que es más amplia en la entrada y estrecha a la salida, esto asegura una alimentación uniforme por lo que se toma este parámetro como base para la forma de la bandeja de alimentación que sea similar a una tolva de alimentación horizontal.

El largo de cada cuchilla es de 17cm por lo que la boca de ingreso es de 14.5 cm de ancho y 13 cm de alto, esto se realizó con la finalidad de evitar q exista espacios donde la cuchilla no corte la caña.

10.5. Relación entre el número de revoluciones vs. El número de cuchillas, en el rotor picador.

Se utiliza la (Ec.4)

$$t_{a'b'} = \frac{\theta}{w} = t_{ab} = \frac{e}{vi} =$$

$$\frac{\theta}{w} = \frac{e}{Vi}$$

$$Vi = 44 \text{ cm/}$$

$$e = 1 \text{ cm}$$

$$\frac{2.0944}{w} = \frac{0.5 \text{ cm}}{44 \text{ cm/s}}$$

$$w = 184.3072 \frac{\text{rad}}{\text{seg}}$$

$$N = 1760 \text{ RPM}$$

Resp. 5

El ancho de los tallos de maíz es de aproximadamente 2.5 cm, se ingresará 5 tallos a la vez. Adicionando 1.5 cm de holgura, a los extremos de las cuchillas.

10.6. Torque de corte requerido

De las pruebas realizadas obtuvimos un valor de resistencia al corte de 12.49 kg/cm².

$$F_c = 12.49 \text{ kgf}$$

El radio medio del volante es de 14.75 cm, tomado desde el centro del eje hasta la mitad de la longitud de la cuchilla.

Para obtener el torque de corte requerido se utilizó la (Ec.5)

$$T = F_c * r$$

$$T = 12.49 \text{ kgf} * 0.1475 \text{ m}$$

$$T = 1.8423 \text{ kgf.m}$$

Resp. 6

10.7. Potencia de corte (Pc).

Se utiliza la (Ec.6)

$$P_c = T * N$$

$$P_c = \frac{1.8423 \text{ kgf.m} * 1760 \text{ rpm}}{746 \text{ Hp}}$$

$$P_c = 4.5 \text{ Hp}$$

Resp. 7

Con este dato determinamos que se utilizará un motor de 4.5 HP

10.8. Cálculo del espesor del rotor

Se usa la ecuación 7 que rige los parámetros variables sobre volantes:

$$I = \frac{\Delta E}{C_s * w}$$

El coeficiente de fluctuación de velocidades depende del tipo de máquina, el valor adecuado depende de la decisión del ingeniero basado en la experiencia. Se toma un valor de $C_s = 0,2$ véase. (Anexo 2).

El volante es un elemento giratorio que actúa como depósito de energía cinética, que está dada por la ecuación 8:

$$\Delta E = \frac{1}{2} * I * W^2$$

El material del que estará hecho en volante es AISI 1045 (Anexo 3) y el diámetro del volante se estableció en 48 cm. Estos son los únicos datos que se conoce para el diseño del volante, por lo cual se usa un método iterativo imponiéndose distintos espesores (tabla 2) para el cálculo de la masa:

Tabla 3: Variación de la energía cinética

Espesor e (m)	Volumen m ³	Masa m (kg)	Inercia I (kg * m ²)	ΔE (kgf * m)
0,004	0,00074	5,800	0,174	12,624
0,006	0,00111	8,701	0,261	18,936
0,008	0,00148	11,601	0,348	25,247
0,010	0,00185	14,501	0,435	31,559
0,012	0,00222	17,401	0,522	37,871

Fuente: Análisis y diseño de volantes de inercia de materiales compuestos. Lluís Ripoll Masferrer.

Se toma el valor de 12mm de la tabla, en referencia a que se requiere 1.84 kgf.m de torque para realizar el corte de la caña.

10.9. Cálculo del espesor de la cuchilla

10.9.1. Resistencia de la fluencia cortante

El valor de la fuerza de corte es de 12,49 Kgf, con esta determinamos la resistencia de la fluencia cortante.

Se utiliza la (Ec.9)

$$S'_{n}=0.5 (S_y)$$

$$S'_{n}= 0.5 (205\text{Mpa})$$

$$S'_{n}= 102.5\text{Mpa.}$$

Resp. 8

10.9.2. Esfuerzo máximo

Para encontrar el esfuerzo máximo cortante se realiza con la (Ec.10).

$$\tau_{max}=\frac{S'_{n}}{n}$$

El factor de seguridad a utilizarse será de 2 ya que este es el valor que impone la empresa SOLMECANIC para el diseño de cada elemento.

$$\tau_{max}=\frac{102.5\text{Mpa}}{2}$$

$$\tau_{max}= 51.25\text{Mpa}$$

Resp. 9

10.9.3. Determinación del espesor de la cuchilla

Se utiliza (Ec.12)

$$A=b*h$$

$$A= e*0.004\text{m}$$

Resp. 10

Al remplazar el área en el esfuerzo cortante máximo se despejara el espesor de la (Ec.11).

$$3\tau_{\max} = \frac{F}{A}$$

$$\tau_{\max} = \frac{F}{e \cdot 0.006m}$$

$$e = \frac{12.49 \text{ Kgf} \cdot 9.8m/s}{0.004m \cdot 51.25 \text{ Mpa}}$$

$$e = 3.92mm$$

Resp. 11

Se utilizara un factor de seguridad de 2.5 el cual es recomendado para el diseño en la empresa SOLMECANIC

Entonces el espesor quedará: $e = 3.92 \cdot 2.5 = 9.8mm$

El espesor de las cuchillas será de **10 mm**

10.10. Potencia corregida

Se utiliza la (Ec.13)

$$P_D = C_1 \cdot P_C$$

Obtenemos el valor de $C_1 = 1$ de la Tabla del (Anexo 5), sabiendo que se trata de una

Máquina picadora y que trabajará con un motor eléctrico con carga ligera.

$$P_D = 1 \cdot 4.5 \text{ Hp}$$

$$P_D = 4.5 \text{ H}$$

Resp. 12

10.11. Selección del motor

$$P_m = \frac{P_D}{n_m}$$

$n_m = 0.923$ Eficiencia del motor

$$P_m = \frac{4.5}{0.923}$$

$$P_m = 4.88 \text{ Hp}$$

Resp. 13

Se requiere de un motor de 4.88Hp y 1760 RPM, al aproximar los valores calculados a los que se encuentran en el mercado se tiene un motor de 5hp y 1770RPM.

10.11.1. Fuente de potencia

La fuente de potencia es el motor con las siguientes características:

Tipo:	Motor monofásico de inducción
Voltaje:	220 – 440V
Modelo:	KOLHBACH 132S
Carcasa:	ABNT
Potencia Nominal:	5 HP (3.7 KW)
Velocidad Nominal:	1770 rpm

10.12. Selección de poleas y bandas

10.12.1. Relación de transmisión

$$k = \frac{N_1}{N_2} \quad \text{Ec. 14}$$

$$k = \frac{1770 \text{ rpm}}{1760 \text{ rpm}} = 1.005 \quad \text{Resp. 14}$$

10.12.2. Selección de poleas

Para la selección del diámetro primitivo de la polea conductora se utilizará como guía las tablas del catálogo de correas trapeciales convencionales de “Oleostatic”

La tabla de diámetros aconsejados en la sección A (ver anexo 6) indica que se puede utilizar un polea con un diámetro de 15 cm, pero por facilidades que el mercado brinda se tomará una polea de 15.24 cm (6plg).

$$D_1 = 6\text{plg}$$

A continuación se calcula D2 en función de la relación de transmisión y el diámetro de la polea conductora utilizando la (Ec.15).

$$k = \frac{N_1}{N_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

$$D_2 = K * D_1$$

$$D_2 = 1.005 * 15.24$$

$$D_2 = 15.31 \text{ cm}$$

$$D_2 = 6 \text{ pulg}$$

Entonces los diámetros de las poleas que se usaran para conseguir la reducción de la velocidad a 1760 rpm son:

Polea conductora: 6 pulgadas.

Polea conducida: 6 pulgadas.

10.13. Potencia transmisible por banda

Se utilizará la (Ec.16)

$$P_a = P_b + P_d * C_T * C_I$$

P_b nos da condiciones de trabajo que son: $K = 1$, $D_1 = D_2$, $T = 180^\circ$

Con estos valores se calcula la prestación actual de P_a que será la potencia en CV que puede transmitir la banda en condiciones reales.

De las tabla (Ver anexo 7) tendremos los valores de P_b en función de N y D_2 y P_d en función de N y K , en el anexo 7.

$$P_a = 3.98 + 0 * 1 * 1$$

$$P_a = 3.98 \text{ CV} = 3.92 \text{ HP}$$

10.13.1. Determinación del número de bandas.

La ecuación (Ec.17)

$$N_b = \frac{\text{Potencia de diseño}}{P_a}$$

$$N_b = \frac{5}{3.92}$$

$$N_b = 1.37$$

$$N_b \approx 2$$

Resp 15

10.14. Torque en el eje motriz.

Se utiliza la ecuación (Ec.18)

$$P=T*W$$

$$T= \frac{P}{W}$$

$$T= \frac{3730W}{\frac{1770\text{rev}}{\text{min}} * \frac{1\text{min}}{60\text{s}} * 2\pi\text{rad}/1\text{rev}}$$

$$\mathbf{T= 20,12Nm}$$

Resp. 16

10.15. Torque en el eje conducido.

Se utiliza la (Ec.18)

$$P=T*W$$

$$T= \frac{P}{W}$$

$$T= \frac{3730W}{\frac{1760\text{rev}}{\text{min}} * \frac{1\text{min}}{60\text{s}} * 2\pi\text{rad}/1\text{rev}}$$

$$\mathbf{T= 20.23Nm}$$

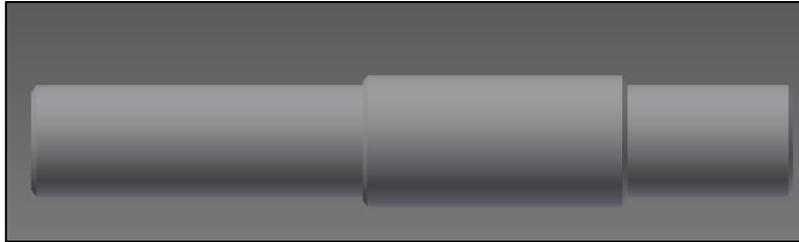
Resp. 17

10.16. Cálculo del eje principal

Se toma el valor de $K_t = 1.5$ y 2.5 por los chaflanes en escalonados

10.16.1. Diseño del eje principal.

Figura 13: Eje principal



Elaborado: Grupo Investigador.

Según la (Ec.19) $FN = F1 - F2$ $FN = \frac{T}{D/2}$ Ec. 20

$$FN = \frac{20.12Nm}{6plug * \frac{2.54cm}{1plug} * \frac{1m}{100cm} / (2)}$$

$$FN = 264.042N$$

Resp. 18

Para la transmisión con la banda en V se utiliza la relación siguiente: Utilizando la (Ec.22)

$$\frac{F1}{F2} = 5 \quad F1 = 5 * F2$$

Este factor es determinado para transmisiones en V en el caso normal es 5 de las relaciones de las fuerzas de tensión, entonces:

$$FN = F1 - F2 \quad \text{Ec. 19}$$

$$264.042N = 5F2 - F2$$

$$264.042N = 4F2$$

$$F2 = 66.0105N$$

Resp. 19

$$F1 = 5F2$$

Ec. 22

$$F1 = 5 * 66.0105N$$

$$F1 = 330.0525N$$

Resp. 20

Donde C es la constante por determinar.

$$C = \frac{FB}{FN} = \frac{F1+F2}{F1-F2} = \frac{5F2+F2}{5F2-F2} = \frac{6F2}{4F2} = 1.5 \quad \text{Ec. 24}$$

Entonces:

$$FB = 1.5FN \quad \text{Ec. 26}$$

$$FB = 1.5 * 264.042N$$

$$FB = 396.063N \quad \text{Resp. 21}$$

10.16.2. Cálculo de la resistencia de la fatiga del eje principal.

Las propiedades del acero de transmisión AISI 1018-165HB que se observa en el (Anexo 4), son los siguientes:

$$Sy = 370 \text{Mpa}$$

Sy = Resistencia al punto de fluencia.

$$Su = 440 \text{Mpa}$$

Su = Resistencia máxima al punto fluencia.

$$Sn = 0.5 * (Su)$$

Sn = Esfuerzo cortante máximo permisible.

$$Sn = 0.5 * 440 \text{Mpa}$$

$$Sn = 220 \text{Mpa}$$

Para determinar la resistencia a la fatiga de piezas de una máquina se utiliza la siguiente formula.

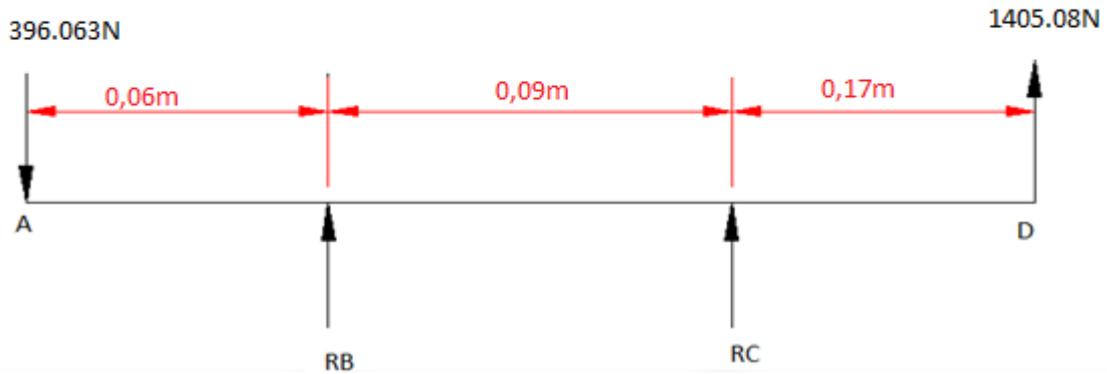
$$S'_n = Sn (CR) (Cs) \quad \text{Ec. 27}$$

$$S'_n = 220 \text{Mpa} * 1 * 0.96$$

$$S'_n = 211.2000 \text{Mpa} \quad \text{Resp. 22}$$

10.16.3. Cálculo de las reacciones producidas por el eje principal.

Para el cálculo de reacción es necesario realizar el diagrama de cuerpo libre del eje.

Figura 14: Diagrama de cuerpo libre eje principal

Elaborado por: Grupo investigador

$$F_Y = 0$$

$$R_B + R_C - 396.063\text{N} + 1405.08\text{N} = 0$$

$$R_B = -1009.737\text{N} - R_C$$

$$M_B = 0$$

$$396.063\text{N} (0.06\text{m}) + R_C (0.09\text{m}) + 1405.08\text{N} (0.26\text{m}) = 0$$

$$23.7638\text{Nm} + R_C (0.09\text{m}) + 365.3208\text{Nm} = 0$$

$$389.0846\text{Nm} + R_C (0.09\text{m}) = 0$$

$$R_C = -\frac{389.0846\text{Nm}}{0.09\text{m}}$$

$$R_C = -4323.1622\text{ N}$$

Resp. 23

Ahora reemplazamos R_C en la ecuación 1 para encontrar B

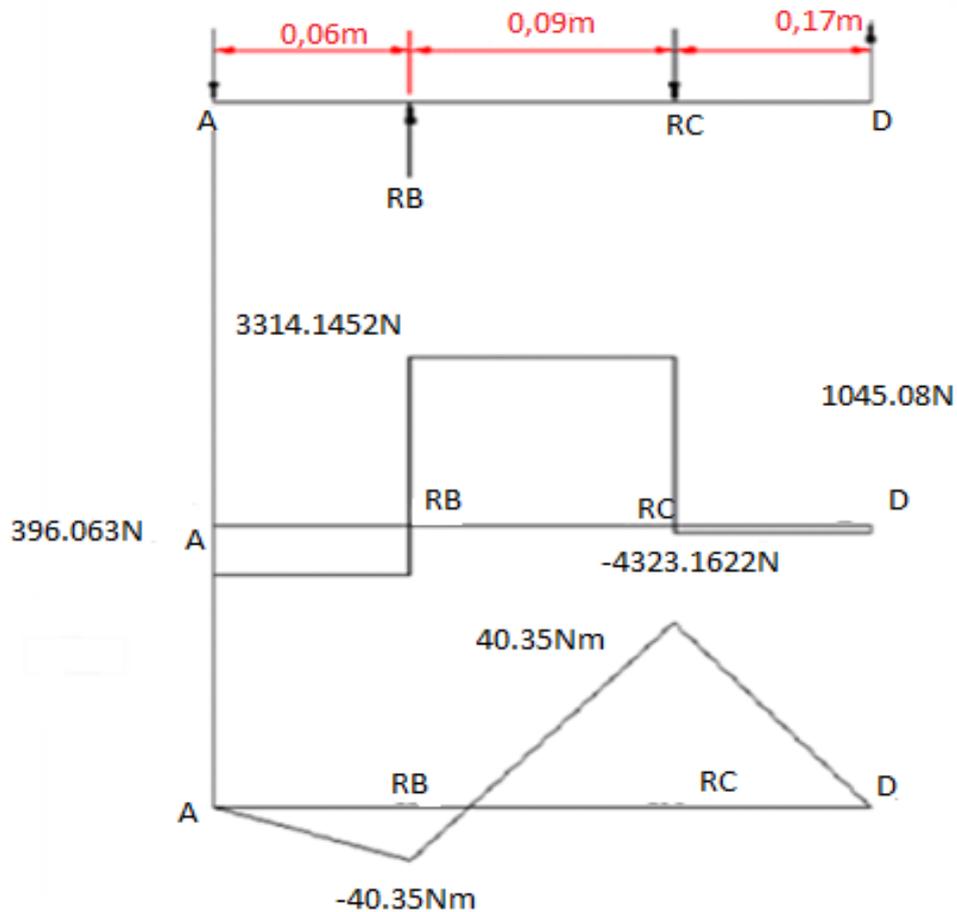
$$R_B = -1009.017\text{N} + 4323.1622\text{N}$$

$$R_B = 3314.1452\text{N}$$

Resp. 24

Diagrama de cuerpo libre, momento cortante y flexionante del eje principal

Figura 15: Diagrama de cuerpo libre, momento cortante y flexionante del eje principal



Elaborado por: Grupo Investigador

10.17. Cálculos de diámetros del eje.

$$D_1 = \frac{32N}{\pi} \sqrt{\frac{K_t M^2}{S'_n} + \frac{3}{4} \frac{T}{S_y}}^{2 \frac{1}{3}} \quad \text{Ec. 27}$$

Sabiendo que el acero a utilizar es AISI-1018 y donde el límite de fluencia de este es de 370MPa. Ver anexo 4.

$$S_y = 370 \text{MPa}$$

$$S'_n = 184.8000 \text{MPa}$$

Se considera un factor de diseño de $N=2$ el cual es recomendado para el diseño en la empresa SOLMECANIC

En el D1 existe un chaflán redondo de $K_t = 2.5$

$$M= 20.23Nm \quad T=20.12Nm$$

$$D_1 = \frac{32N}{\pi} \sqrt{\frac{K_t M^2}{S'_n} + \frac{3}{4} \frac{T^2}{S_y}}^{\frac{1}{3}}$$

$$D_1 = \frac{32 * 2}{\pi} \sqrt{\frac{1.5 * 20.23Nm^2}{184.800MPa} + \frac{3}{4} \frac{20.12Nm^2}{310MPa}}^{\frac{1}{3}}$$

$$D1= 0.01523 \frac{1000mm}{1m}$$

$$\mathbf{D1= 15.23mm}$$

Resp. 25

En el D2 existe un chaflán redondo de $K_t=1.5$

$$M= 40.35Nm \quad T=20.12Nm$$

$$D_2 = \frac{32 * 2}{\pi} \sqrt{\frac{1.5 * 40.35Nm^2}{184.800MPa} + \frac{3}{4} \frac{20.12Nm^2}{310MPa}}^{\frac{1}{3}}$$

$$D2=0.01892m \frac{1000mm}{1m}$$

$$\mathbf{D2= 18.92mm.}$$

Resp. 26

En el D3 existe un chaflán redondo de $K_t = 2.5$

$$M= 20.23Nm \quad T=20.12Nm$$

$$D_3 = \frac{32 * 2}{\pi} \sqrt{\frac{1.5 * 20.23Nm^2}{184.800MPa} + \frac{3}{4} \frac{20.12Nm^2}{310MPa}}^{\frac{1}{3}}$$

$$D_3 = 0.01523 \frac{1000\text{mm}}{1\text{m}}$$

$$D_3 = 15.23\text{mm.}$$

Resp. 27

Los diámetros de los ejes son:

$$D1 = 15\text{mm}$$

$$D2 = 19\text{mm}$$

$$D3 = 15\text{mm}$$

En vista que los diámetros son similares y para uniformidad de las piezas tomamos como referencia D1 Y D3 y aplicaremos en el diseño del eje.

Medidas definitivas del eje principal al multiplicar por el factor de seguridad (diseño) el cual es recomendado para el diseño en la empresa SOLMECANIC = 2

$$D1 = 30\text{mm}$$

$$D2 = 38\text{mm}$$

$$D3 = 30\text{mm}$$

10.18. Selección de rodamientos.

Datos de reacciones.

$$R_b = 3314.1452\text{N} = 745.69\text{ lb}$$

$$R_c = 4323.1622\text{N} = 972.72\text{ lb}$$

Determinación de la carga equivalente con la siguiente (Ec.29):

$$P = V.R$$

$$P = 1 * 972.72\text{ lb}$$

$$P = 972.72\text{ lb}$$

Resp. 28

10.19. Duración de diseño.

Revisar anexo 8

$$L_d = (h) (\text{rpm}) (60\text{min/h}) \quad \text{Ec. 30}$$

$$L_d = 3000h * 1760 \frac{\text{rev}}{\text{min}} * 60 \frac{\text{min}}{\text{h}}$$

$$\mathbf{L_d = 316800000 \text{ rev}} \quad \text{Resp. 29}$$

10.20. Capacidad de carga dinámica básica.

$$C = P \frac{L_d}{10^6}^{\frac{1}{k}} \quad \text{Ec. 31}$$

$$C = 972.72\text{lb} \frac{316800000}{10^6}^{\frac{1}{3}}$$

$$C = 6631.05592\text{lb} = 1491.98\text{N}$$

$$\mathbf{C = 1491.98\text{N}} \quad \text{Resp. 30}$$

Mediante los cálculos se determinó que el diámetro donde irán colocados los rodamientos tiene un valor de 30mm y nos dirigimos al (Anexo 9) donde el rodamiento con la designación UCP206 D1 y junto con el soporte UCP206 son los adecuados para nuestro requerimiento.

10.21. Selección del conductor y equipos electrónicos.

Se utiliza la (Ec.32)

$$\text{Monofásica} = \frac{\text{HP} * 746}{\text{E} * \text{N} * \text{f. p.}}$$

$$\text{Monofásica} = \frac{5 * 746}{220 * 0.923 * 0.78}$$

$$\mathbf{\text{Monofásica} = 23.55 \text{ A}} \quad \text{Res. 35}$$

El calibre del conductor según la corriente obtenida es AWG N°10 que soporta una intensidad de 30A, véase en el Anexo 10. Y los conductores para la instalación de los elementos electrónicos serán AWG N° 12

Selección del logo 24RC se realizo con los siguientes datos.

Logo! Basic está disponible para dos clases de tensión:

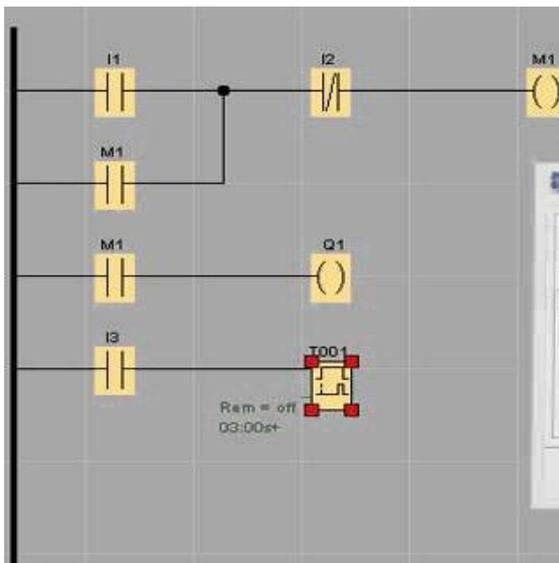
- Categoría 1 _ 24 es decir, 12 V DC, 24 V DC, 24 V AC
- Categoría 2 > 24 V, es decir 115...240 V AC/DC

Y a su vez:

- Variante con pantalla: 8 entradas y 4 salidas.
- Variante sin pantalla ("Logo! Pure"): 8 entradas y 4 salidas.

Cada variante está integrada en 4 unidades de división (TE), dispone de una interfaz de ampliación y le facilita 33 funciones básicas y especiales pre programadas para la elaboración de su programa.

Figura 16: Circuito de control



Elaborado por: Grupo Investigador

Tabla 4: Selección del logo

DESCRIPCIÓN		
ENTRADAS		SALIDAS
I1	Pulsador de marcha	Q1
I2	Pulsador de paro	Q2
I3	Botón de emergencia	

Elaborado por: Grupo investigador

Donde

Q1: Es la salida del control esta salida es de contactor

Q2: Es la entrada al final de carrera

El contactor se selecciono en función de la potencia del motor que es de 5 HP mientras que el parametro para la selección del termico es la corriente que es de 22 A este valor es central es decir que se elige un termico cuyo rango es de 16- 30 A.

10.22. Montaje de la los elementos de la máquina

Luego de los cálculos de cada elemento y su construcción y la adquisición de cada uno de los elementos utilizados en la ejecución de esta investigación, se procede al montaje de la picadora de acuerdo a los planos del anexo 12 y para el arrancador se procedio a la conexión como se indica en los planos el mismo que da la funcionalidad de todos los sistemas que conforman esta investigación.

11. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

11.1. OPERALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLE INDEPENDIENTE: La implementación de una máquina automática picadora de tallos de maíz permitirá obtener un producto final adecuado para el consumo del ganado.

Tabla 5: Operalización Variable Independiente

VARIABLE	CATEGORÍAS	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Es una máquina automática empleada para picar en partículas pequeñas los tallos del maíz destinados a la	Resistencia al corte de los tallos de maíz Apagado automático de la	Potencia a vencer Tolva de entrada sin	12,49 kgf/cm Minutos	Experimentación De campo	Balanza, cuchillas Final de carrera, Logo

alimentación del ganado.	máquina	producto			
--------------------------	---------	----------	--	--	--

Elaborado por: Grupo Investigador

VARIABLE DEPENDIENTE: Variación en la distancia entre cuchilla y contra cuchilla

Tabla 6: Operalización Variable Dependiente

VARIABLE	CATEGORÍAS	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Variación de la distancia entre cuchilla y contra cuchilla para obtener un picado preciso y mejorar la calidad de alimento para el ganado.	Regulación de diámetros de picado	Contra cuchillas	1 a 10 mm	Medición	Calibrador pie de rey
	Capacidad de producción	5 – 6	Kg/min	Medición	Balanza electrónica

Elaborado por: Grupo Investigador

RESULTADOS

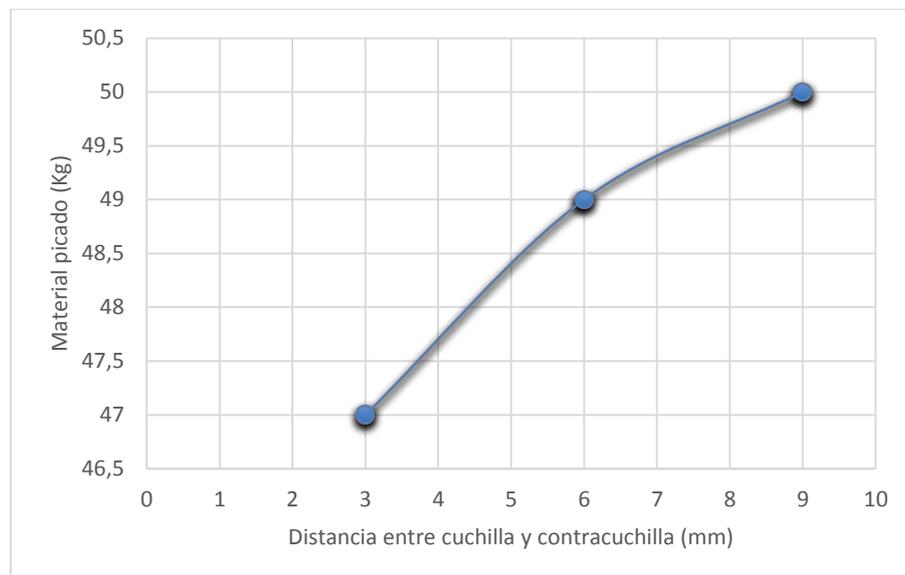
En las pruebas realizadas en la maquina se obtuvo los resultados esperados, es decir la capacidad de picado de la máquina para la cual fue diseñada, diámetros del picado uniforme, cortes rápidos y precisos, para posteriormente realizar el proceso de enfundado y empaquetado.

En la tabla 7 se puede observar los datos obtenidos en las pruebas de funcionamiento de la picadora, los cuales se realizaron en períodos de tiempo de 10 minutos y variando la distancia entre cuchilla y contra-cuchilla.

Tabla 7. Datos de pruebas realizadas

Datos de pruebas realizadas				
Distancia entre cuchilla y contra-cuchilla (mm)	Tiempo (min)	Material picado (Kg)	Espesor (mm)	
3	10	47	2 a 3	
6	10	49	4 a 10	
9	10	50	11 a 20	

Elaborado por: Grupo investigador

Figura 17. Variación de la cantidad de material picado según la distancia entre cuchilla y contra-cuchilla.

Elaborado por: Grupo investigador

Con los datos obtenidos se pudo verificar que la distancia óptima entre cuchilla y contracuchilla es de 9mm ya que la capacidad de producción es mayor y el espesor del material picado es el adecuado para el consumo del ganado.

La producción que se obtuvo en un tiempo de 10 minutos es de 50kg, es decir que la máquina tiene la capacidad de generar 5Kg de material picado por minuto.

De esta manera se comprueba la hipótesis que es “La implementación de una máquina automática picadora de tallos de maíz permitirá obtener un producto final adecuado para el consumo del ganado a través de la variación en la distancia entre cuchilla y contra cuchilla”.

12. IMPACTOS

Además, gracias a una charla que se mantuvo con el Ing. Juan León, reconocido ganadero de Machachi, que estuvo presente en la realización de las pruebas de la máquina, nos supo manifestar que esta picadora cumple con los requerimientos para abaratar los costos de producción, ya que con la maquinaria que el posee obtiene 75 fundas de 30 kg diarias, teniendo un costo aproximado en cada funda de \$5 (por mano de obra y el alquiler de maquinaria), lo que al contrario sucede con la maquina implementada, es decir que con la picadora se obtendrá una producción aproximada de 80 fundas de 30Kg por día y el costo aproximado por funda es de \$3 aproximadamente.

El impacto que tendría sería económico por que traerá beneficios económicos a los dueños de la empresa quienes prestaran los servicios a los agricultores.

13.- PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Tabla 8: Presupuesto del proyecto

Detalles de costo		valor
directos	materiales	\$ 1011.33
	maquinaria y equipos	\$450
	mano de obra	\$200
	transporte	\$20
Indirectos	Fotocopias e impresiones	\$120
	Memoria USB	\$25
	Imprevistos	\$50
	Varios	\$30
Total		\$1906.33

Elaborado por: Grupo Investigador

Ver costos detallados en el anexo 11

14.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

14.1. Conclusiones

- Con la implementación de las tres cuchillas en el disco y con la ayuda de la potencia de 5HP del motor, se pudo obtener la fuerza requerida de 12.49Kgf para el corte de los tallos.
- El diseño se ha realizado tomando en cuenta los posibles parámetros que los interesados pudieran tener para la construcción de la máquina tal como, funcionalidad, costos de fabricación, y costos de mantenimiento.
- Las pruebas que se realizan a la máquina son vitales para determinar la validez de la máquina, pues no basta con diseñarla y construirla, el funcionamiento de la misma es lo que define un buen trabajo.
- Mediante los datos obtenidos en la diferentes pruebas se pudo verificar que la distancia optima entre cuchilla y contra-cuchilla es de 9mm porque el espesor del material picado es el adecuado para el consumo del ganado, además la cantidad de material picado arrojado en un tiempo de 10 minutos es de 50kg, es decir que la maquina tiene la capacidad de generar 5Kg de material picado por minuto.
- Con la instalación del logo y el final de carrera, se obtuvo un sistema el cual detecta la presencia de los tallos en la tolva de entrada, al no detectar la presencia del material a picar se apagará automáticamente en un tiempo de 5 minutos.

14.2.- Recomendaciones

- La alineación entre las cuchillas y contra cuchilla es clave para evitar una variación de tamaño superior al establecido en el diseño, pero se debe tener en cuenta que el rotor de la máquina es robusto, por ello se ha dejado una tolerancia de 3 mm entre ellas. Este factor debe estar en continua revisión para evitar un encuentro entre cuchilla y contra cuchilla, lo cual podría ser fatal para la máquina.
- El mantenimiento preventivo es clave para prolongar la vida útil de las máquinas, pero tiene un efecto de mayor importancia, y es evitar daños al recurso más valioso como es el humano y también al material ver en el manual de mantenimiento.

- La máquina se ha diseñado para picar tallos de maíz, pero a medida que se avanzó en la investigación se ve la necesidad de que la misma trabaje con otros tipos de materiales como distintos tipos de forrajes como alfalfa, avena, pastos.

15. BIBLIOGRAFÍA

La bibliografía citada

Ibujés William, M. D. (2010). *diseño y construcción y funcionamiento de un prototipo de una máquina procesadora de abono orgánico*. Latacunga.

Juvinall, R. (1999). *Fundamentos de diseño para ingeniería mecánica* (Segunda Edición ed.). Limusa.

Masferrer, L. R. (s.f.). *Análisis y diseño de volantes de inercia de materiales compuestos* .

Metodología del diseño aplicada a la obtención de una máquina agrícola cortadora de avena forrajera. 8º Congreso Iberoamericano de Ingeniería Mecánica. Perú. 2007. (s.f.).

Mott, R. (2006). *diseño de elementos de máquinas* (Cuarta edición ed.). México: Pearson educación.

Norton, R. L. (2011). *Diseño de Máquinas* (Cuarta Edición ed.). México: Pearson Educacion.

Richard, B. y. (2006). *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley* (octava ed.). Monterrey: Mc Graw Hill.

Shoup, S. y. (1999). *Elementos de Máquinas* . México: Prentice Hall.

Internet

Berlin, J. D. (2010). *Cosechadoras de forrajes, Manuales para educación agropecuaria*. Pag.34. México.

Castañeda, E. M. (s.f.). *Diseño higiénico del equipo de procesado de alimentos*. Obtenido de <http://www.analesranf.com/index.php/mono/article/view/1114/1131>

César, A. (2010). *Metalmecánica, Motaje de correas y poleas en "V"*. Obtenido de http://issuu.com/cavd/does/montaje_de_poleas_y_correas_en_v

FYH. (s.f.). *Soportes y rodamientos autolineables*. Obtenido de http://www.fyhbearings.com/html/catalog/FYH_Spanish_USA.pdf

Motores eléctricos. (s.f.). Obtenido de http://www.portaleso.com/portaleso/trabajos/tecnologia/ele.yelectro/motores_electricos.pdf

Pazmiño, F. (2009). *Diseño de una máquina para cepillar y machihembrar madera*. (Tesis de ingeniería). Escuela superior Politécnica del Litoral. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/90896/D-65796.pdf>. (s.f.).

Perez, D. (s.f.). *Estudio, diseño y construcción de los equipos para ensayos destructivos utilizados para la calificación de soldadores bajo la norma D1.1 y D1.5 AWS*. Obtenido de http://biblioteca.unet.edu.ve/db/alexandr/db/bcunet/edocs/TEUNET/2012/Pregrado/Mecanica/PerezV_DeisyJ/Capitulo2.pdf

SUMITEC. (s.f.). *Acero grado maquinaria*. Obtenido de <http://www.sumiteccr.com/Aplicaciones/Articulos/pdfs/AISI%201045.pdf>

Tecnun. (s.f.). *Volantes de inercia*. Obtenido de <http://www1.ceit.es/asignaturas/elemaqui/cap7.pdf>

ANEXOS

Anexo 1

Catálogo de máquinas picadoras estacionarias



ENSILADORA JF - 50

Precio: 3300 USD

Notificar como Vendido

Contactar al Vendedor



AGROSCOPIO.COM

agroscoopio.com

VER EMPRESA

PICADORA DE PASTO JF50, AGROTA CIA LTDA

Precio: \$2.790

Publicado el 19 de julio de 2016 desde Cuenca, Azuay, Ecuador.

PICADORA ENSILADORA JF50

FABRICACIÓN: BRASIL

MODELO: JF50

La JF 50 Maxxium es un equipo indicado a los productores que buscan un equipo con producción de alta calidad para la alimentación de su ganado. Un excelente equipo que ofrece dos opciones de tamaños de picado, con sencillo sistema de cambio. Está disponible en las siguientes configuraciones:

Equipo con polea: caballete, base para el motor eléctrico / diesel.

ENSILADORA JF50 MAXIUM

Potencia requerida para motor gasolina (hp) 16

Rendimiento (Kg/h) 2000 hasta 8000

Tamaños de picado (mm)* 5 y 13

Numero de cuchillas 4

Versiones Base para motor eléctrico / diesel / gasolina



IMPORTADO Y DISTRIBUIDO POR AGROTA PARA TODO EL ECUADOR,

Freddy Calle W.

098068780

Ventas division maquinaria AGROTA.

Anexo 2

Tabla de coeficientes de fluctuación para diseño de volantes

<http://www1.ceit.es/asignaturas/elemaqui/cap7.pdf>
<http://www1.ceit.es/asignaturas/elemaqui/cap7.pdf>

MAQUINA IMPULSADA	C _s
Dinamos o generadores de c.c., transmisión directa	0,002
Alternadores o generadores de c.c., transmisión directa	0,0035
Máquinas de punzonar, cizallar y prensar.	0,05 – 0,1
Bocartes, estampadoras, trituradoras	0,2
Bombas alternativas, compresores	0,03 – 0,05
Máquinas herramientas, telares, máquinas para fábricas de papel	0,025
Máquinas de hilar, hilos finos a bastos	0,01 – 0,02
Transmisiones con engranajes (reductores de velocidad)	0,02

Anexo 3

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ACERO SAE1045

<http://www.sumiteccr.com/Aplicaciones/Articulos/pdfs/AISI%201045.pdf>

ACERO AISI-SAE 1045 (UNS G10450)

1. Descripción: es un acero utilizado cuando la resistencia y dureza son necesarios en condición de suministro. Este acero medio carbono puede ser forjado con martillo. Responde al tratamiento térmico y al endurecimiento por llama o inducción, pero no es recomendado para cementación o cianurado. Cuando se hacen prácticas de soldadura adecuadas, presenta soldabilidad adecuada. Por su dureza y tenacidad es adecuado para la fabricación de componentes de maquinaria.

2. Normas involucradas: ASTM A108

3. Propiedades mecánicas: Dureza 163 HB (84 HRb)
Esfuerzo de fluencia 310 MPa (45000 PSI)
Esfuerzo máximo 565 MPa (81900 PSI)
Elongación 16% (en 50 mm)
Reducción de área (40%)
Módulo de elasticidad 200 GPa (29000 KSI)
Maquinabilidad 57% (AISI 1212 = 100%)

4. Propiedades físicas: Densidad 7.87 g/cm³ (0.284 lb/in³)

5. Propiedades químicas: 0.43 – 0.50 % C
0.60 – 0.90 % Mn
0.04 % P máx
0.05 % S máx

6. Usos: los usos principales para este acero es piñones, cuñas, ejes, tornillos, partes de maquinaria, herramientas agrícolas y remaches.

7. Tratamientos térmicos: se da normalizado a 900°C y recocido a 790°C

NOTA:

Los valores expresados en las propiedades mecánicas y físicas corresponden a los valores promedio que se espera cumple el material. Tales valores son para orientar a aquella persona que debe diseñar o construir algún componente o estructura pero en ningún momento se deben considerar como valores estrictamente exactos para su uso en el diseño.

Anexo 4

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ACERO SAE1018

<http://www.sumitrcr.com/Aplicaciones/Articulos/pdfs/AISI%201018.pdf>

ACERO AISI-SAE 1018 (UNS G10180)

1. Descripción: este acero de bajo - medio carbono tiene buena soldabilidad y ligeramente mejor maquinabilidad que los aceros con grados menores de carbono. Se presenta en condición de calibrado (acabado en frío). Debido a su alta tenacidad y baja resistencia mecánica es adecuado para componentes de maquinaria.

2. Normas involucradas: ASTM A 108

3. Propiedades mecánicas: Dureza 128 HB (71 HRB)
Esfuerzo de fluencia 370 MPa (53700 PSI)
Esfuerzo máximo 440 MPa (63600 PSI)
Elongación máxima 15% (en 50 mm)
Reducción de área 40%
Módulo de elasticidad 205 GPa (29700 KSI)
Maquinabilidad 70% (AISI 1212 = 100%)

4. Propiedades físicas: Densidad 7.87 g/cm³ (0.284 lb/in³)

5. Propiedades químicas: 0.15 - 0.20 % C
0.80 - 0.90 % Mn
0.04 % P máx
0.05 % S máx

6. Usos: se utiliza en operaciones de deformación plástica como remachado y extrusión. Se utiliza también en componentes de maquinaria debido a su facilidad para conformarlo y soldarlo. Piezas típicas son los ejes, cuñas, remaches, rodillos, piñones, pesadores, tornillos y aplicaciones de láminas.

NOTA:

Las tablas expresan las propiedades mecánicas y físicas correspondientes a las condiciones promedio de espesor, tamaño y estado. Tales valores son para fines de referencia y no deben utilizarse para el diseño de componentes críticos. Para obtener más información consulte con el fabricante.

ACERO MAQUINARIA - AISI 1018

Anexo 5

Tabla de valores de C_1 de corrección de potencia, según las condiciones de trabajo y naturaleza de la carga.

<https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/90896/D-65796.pdf>

Tipo de servicio	Condiciones de trabajo	Motor eléctrico	Motor de explosión	
			n. ell. > 4	n. ell. < 4
Ligero	Servicio intermitente – funcionamiento ≤ 6 horas diarias, ninguna punta de carga	1	1.1	1.2
Normal	Funcionamiento de 6 a 16 horas diarias – puntas de carga o puesta en marcha $\leq 150\%$ del trabajo a plena carga.	1.2	1.3	1.4
Pesado	Puntas de carga o puesta en marcha $\leq 250\%$ del trabajo a plena carga – servicio continuo 16 a 24 horas día.	1.4	1.5	1.6
Muy pesado	Puntas de carga $> 250\%$ del trabajo a plena carga – funcionamiento continuo.	1.6	1.8	2

Anexo 7

POTENCIA TRANSMISIBLES POR BANDAS

Catálogo de correas trapeciales convencionales de OLEOSTATIC

http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/disenio-mecanico-1/material_clase/ocw_catalogo_correas

TABLA 4 - FACTOR DE CORRECCION C_γ

	γ	180°	175	170°	165°	160°	155°	150°	145°	140°	135°	130°	125°	120°	115°	110°	105°	100°	90°
C_γ	T/T	1	0,99	0,98	0,96	0,95	0,93	0,92	0,90	0,89	0,87	0,86	0,84	0,82	0,80	0,78	0,76	0,74	0,69
	T/P	0,75	0,76	0,77	0,79	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,84	0,82	0,80	0,78	0,76	0,74	0,69

T/T = Transmisión trapecial/trapecial

T/P = Transmisión trapecial/plana

γ = Arco de contacto sobre la polea menor

TABLA 5 - FACTOR DE CORRECCION C_L EN FUNCION DEL TIPO Y DE LA LONGITUD DE LA CORREA

		PULGADAS																											
		9½	16	22	24	28	32	35	42	48	53	66	75	81	90	105	128	144	162	180	210	240	285	330	420	540	720	780	
Z		0,69	0,77	0,82	0,84	0,87	0,89	0,91	0,95	0,98	1,00																		
A		0,73	0,79	0,80	0,83	0,85	0,87	0,91	0,93	0,95	1,00	1,03	1,05	1,07	1,11	1,16	1,19	1,22	1,25	1,29									
B			0,73	0,75	0,77	0,80	0,81	0,85	0,87	0,89	0,93	0,96	0,98	1,00	1,03	1,08	1,11	1,14	1,16	1,20	1,24	1,29	1,33	1,40					
C					0,72	0,73	0,76	0,79	0,80	0,85	0,87	0,88	0,90	0,93	0,97	1,00	1,03	1,05	1,09	1,12	1,16	1,20	1,27						
D													0,81	0,83	0,87	0,89	0,92	0,94	0,97	1,00	1,04	1,07	1,13	1,20	1,27				
E																					0,90	0,94	0,96	1,00	1,03	1,09	1,15	1,23	1,25

ANEXO 8

DURACIÓN RECOMENDADA PARA RODAMIENTOS

MOTT, Robert L., Diseño de elementos de Máquinas

Aplicación	Duración de diseño L_{10} h
Electrodomésticos	1000-2000
Motores de aviación	1000-4000
Automotores	1500-5000
Equipo agrícola	3000-6000
Elevadores, ventiladores industriales, transmisiones de usos múltiples	8000-15 000
Motores eléctricos, sopladores industriales, máquinas industriales en general	20 000-30 000
Bombas y compresores	40 000-50 000
Equipo crítico en funcionamiento durante 24 h	100 000-200 000

Fuente: Eugene A. Avallone y Theodore Baumeister III, editores, *Marks' Standard Handbook for Mechanical Engineers*, 9ª edición, Nueva York: McGraw-Hill, 1986.

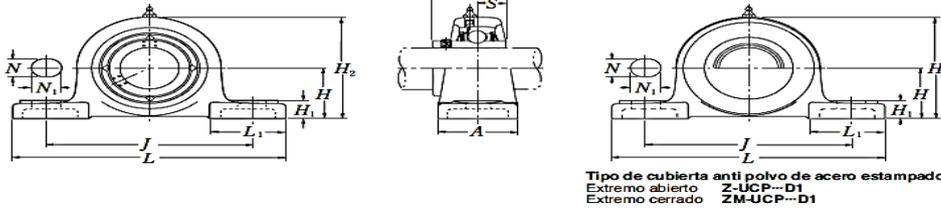
ANEXO 9

Características de los rodamientos

http://www.fyhbearings.com/html/catalog/FYH_Spanish_USA.pdf

UCP2

Soportes tipo silleta
con tornillos de apriete



Diám. Eje mm pulgadas	Designación soporte (!)	Dimensiones nominales											Tamaño tornillo mm pulgadas	Número de rodamiento
		H	L	J	A	N	N ₁	H ₁	H ₂	L ₁	B	S		
12	UCP201D1	30.2	127	95	38	13	16	14	62	42	31	12.7	M10	UC201D1
1/2	UCP201-008D1	33.3 ^{13/16}	5	33/4	1 1/2	1/2	5/8	9/16	27/16	12 1/32	1.2205	0.500	3/8	UC201-008D1
15	UCP202D1	30.2	127	95	38	13	16	14	62	42	31	12.7	M10	UC202D1
9/16	UCP202-009D1	33.3 ^{13/16}	5	33/4	1 1/2	1/2	5/8	9/16	27/16	12 1/32	1.2205	0.500	3/8	UC202-009D1
5/8	UCP202-010D1	33.3 ^{13/16}	5	33/4	1 1/2	1/2	5/8	9/16	27/16	12 1/32	1.2205	0.500	3/8	UC202-010D1
17	UCP203D1	30.2	127	95	38	13	16	14	62	42	31	12.7	M10	UC203D1
11/16	UCP203-011D1	33.3 ^{13/16}	5	33/4	1 1/2	1/2	5/8	9/16	27/16	12 1/32	1.2205	0.500	3/8	UC203-011D1
20	UCP204D1	33.3	127	95	38	13	16	14	65	42	31	12.7	M10	UC204D1
3/4	UCP204-012D1	36.5 ^{15/16}	5	33/4	1 1/2	1/2	5/8	9/16	29/16	12 1/32	1.2205	0.500	3/8	UC204-012D1
25	UCP205D1	36.5	140	105	38	13	16	15	71	42	34.1	14.3	M10	UC205D1
13/16	UCP205-013D1	39.7 ^{15/16}	5	33/4	1 1/2	1/2	5/8	9/16	31/16	12 1/32	1.3425	0.563	3/8	UC205-013D1
7/8	UCP205-014D1	39.7 ^{15/16}	5 1/2	4 1/8	1 1/2	1/2	5/8	19/32	225/32	12 1/32	1.3425	0.563	3/8	UC205-014D1
15/16	UCP205-015D1	39.7 ^{15/16}	5 1/2	4 1/8	1 1/2	1/2	5/8	19/32	225/32	12 1/32	1.3425	0.563	3/8	UC205-015D1
1	UCP205-100D1	39.7 ^{15/16}	5 1/2	4 1/8	1 1/2	1/2	5/8	19/32	225/32	12 1/32	1.3425	0.563	3/8	UC205-100D1
→	UCP206D1	42.9	165	121	48	17	20	17	83	54	38.1	15.9	M14	UC206D1
1 1/16	UCP206-101D1	46.0 ^{1 1/16}	6	4 3/4	1 7/8	2 1/32	25/32	2 1/32	39/32	2 1/8	1.5000	0.626	1/2	UC206-101D1
1 1/8	UCP206-102D1	46.0 ^{1 1/8}	6 1/2	4 3/4	1 7/8	2 1/32	25/32	2 1/32	39/32	2 1/8	1.5000	0.626	1/2	UC206-102D1
1 3/16	UCP206-103D1	46.0 ^{1 3/16}	6 1/2	4 3/4	1 7/8	2 1/32	25/32	2 1/32	39/32	2 1/8	1.5000	0.626	1/2	UC206-103D1
1 1/4	UCP206-104D1	46.0 ^{1 1/4}	6 1/2	4 3/4	1 7/8	2 1/32	25/32	2 1/32	39/32	2 1/8	1.5000	0.626	1/2	UC206-104D1
35	UCP207D1	47.6	167	127	48	17	20	18	93	54	42.9	17.5	M14	UC207D1
1 1/4	UCP207-104D1	50.8 ^{1 1/4}	6 3/4	4 3/4	1 7/8	2 1/32	25/32	2 3/32	32 1/32	2 1/8	1.6890	0.689	1/2	UC207-104D1
15/16	UCP207-105D1	50.8 ^{15/16}	6 3/4	4 3/4	1 7/8	2 1/32	25/32	2 3/32	32 1/32	2 1/8	1.6890	0.689	1/2	UC207-105D1
13/8	UCP207-106D1	50.8 ^{13/8}	6 3/4	4 3/4	1 7/8	2 1/32	25/32	2 3/32	32 1/32	2 1/8	1.6890	0.689	1/2	UC207-106D1
17/16	UCP207-107D1	50.8 ^{17/16}	6 3/4	4 3/4	1 7/8	2 1/32	25/32	2 3/32	32 1/32	2 1/8	1.6890	0.689	1/2	UC207-107D1
40	UCP208D1	49.2	184	137	54	17	20	18	98	52	49.2	19	M14	UC208D1

Anexo 10

Tabla para seleccionar el calibre del conductor

<http://www.analesranf.com/index.php/mono/article/view/1114/1131>

INSTALACIONES EN TUBO			INSTALACIONES AL AIRE LIBRE			
Calibre del conductor	Sección transversal	3 conductores unipolares o un cable tripolar	Un cable bipolar	Un cable unipolar	Un cable bipolar	3 conductores unipolares o un cable tripolar
AWG – MCM	mm ²	Amperios	Amperios	Amperios	Amperios	Amperios
22	0.324	3	3	5	4	4
20	0.517	5	6	8	7	6
18	0.821	7	8	10	9	8
16	1.31	10	11	15	14	13
14	2.08	15	27	20	18	17
12	3.31	20	21	25	23	22
 8	5.26	30	30	40	35	33
8	8.37	40	40	55	48	45
6	13.30	55	55	80	68	63
4	21.15	70	—	105	—	87
2	33.63	95	—	140	—	119
1	42.41	110	—	165	—	145
1/0	53.51	125	—	195	—	155
2/0	67.44	145	—	225	—	180
3/0	85.02	165	—	260	—	210
4/0	107.2	195	—	300	—	240
250	126.7	215	—	340	—	265
300	152.0	240	—	375	—	300
350	177.4	260	—	420	—	330
400	202.7	280	—	455	—	360
500	253.4	320	—	515	—	415
600	304.0	355	—	575	—	450
750	380.0	400	—	655	—	515
1000	506.7	455	—	780	—	600

ANEXO 11

Presupuesto detallado del proyecto

Costos directos

Materiales:

RECURSOS	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Plancha de acero AISI 1045 2.4x1.2 m e=1/2"	0.25	\$420	\$60
Plancha de acero AISI 1045 2.4x1.2 m e=mm	1	\$60	\$60
Angulo de acero de 2x1/4" L=6m	1	\$53	\$53
Hoja de resorte de 3x3/8" L= 1m	1	\$12	\$12
Barra de acero AISI 1018 de 38mm L= 33cm	1	\$25	\$25
Polea tipo A doble canal 6"	2	\$19	\$38
Chumaceras de pared UPC 207 FBT 30 mm	2	\$25	\$50
Bandas tipo A	2	\$14	\$28
Motor de 5 HP marca ABNT blindado	1	\$475	\$475
Pernos de 1/2 x2"	9	\$0.75	\$6.75
Pernos de 3/8x 2"	6	\$ 0.28	\$ 1.68
Pernos de 3/8x1"	5	\$ 0.18	\$ 0.9
Elementos eléctricos de mando	1	\$60	\$60
Logo, Siemens S7-200	1	\$100	\$100
Final de carrera	1	\$12	\$12
Transformador 220V – 12V	1	\$10	\$10
Total			\$ 1011.33

Costo de fabricación

Costo de maquinaria y equipos	
Detalle	Total de operación
Construcción de base	\$60
TorneadoPo del eje	\$35
Chaveteros del eje	\$10
Chaveteros manzana y manzana	\$35
Soldar y centrar disco	\$35
Hacer canales y soldar paletas en el disco	\$45
Construcción de la carcasa	\$80
Construcción de las cuchillas	\$30
Base corredizas del motor	\$30
Torneado de poleas y chaveteros	\$15
Protector de bandas	\$40
Elaboración de bandeja de alimentación	\$35
Total	\$450

Costo de mano de obra

Trabajador	Total trabajador
Maestro mecánico	\$120
Ayudante mecánico	\$80
Total	\$200

Costo de transporte

Transporte	Total
Transporte del materiales al taller	\$20

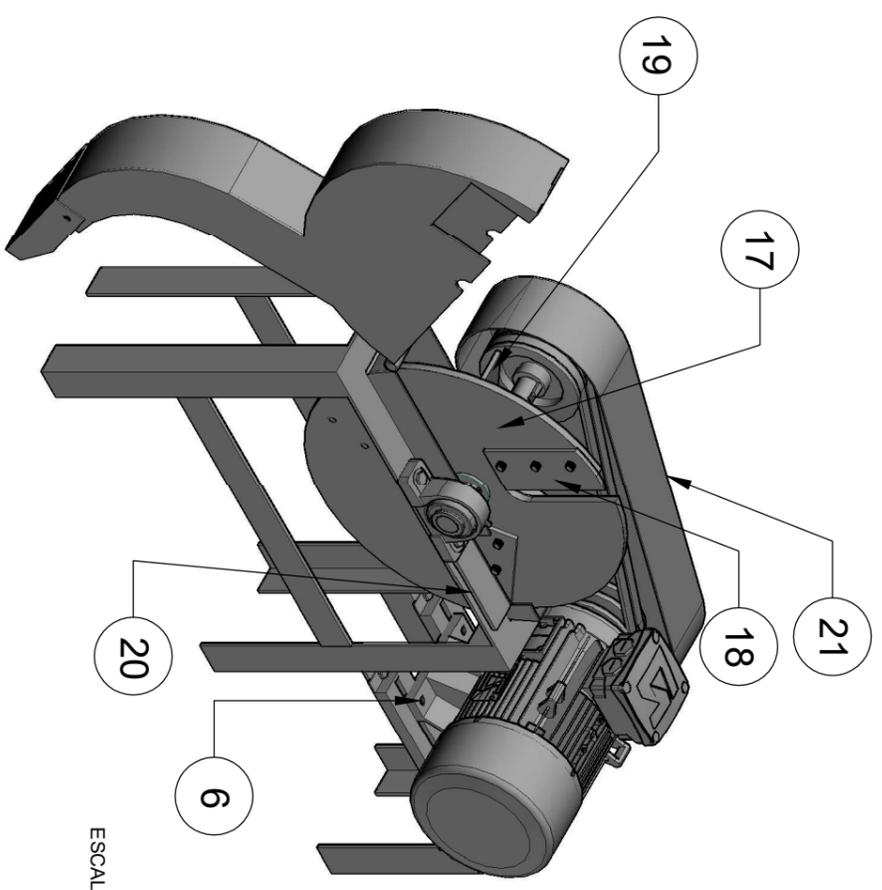
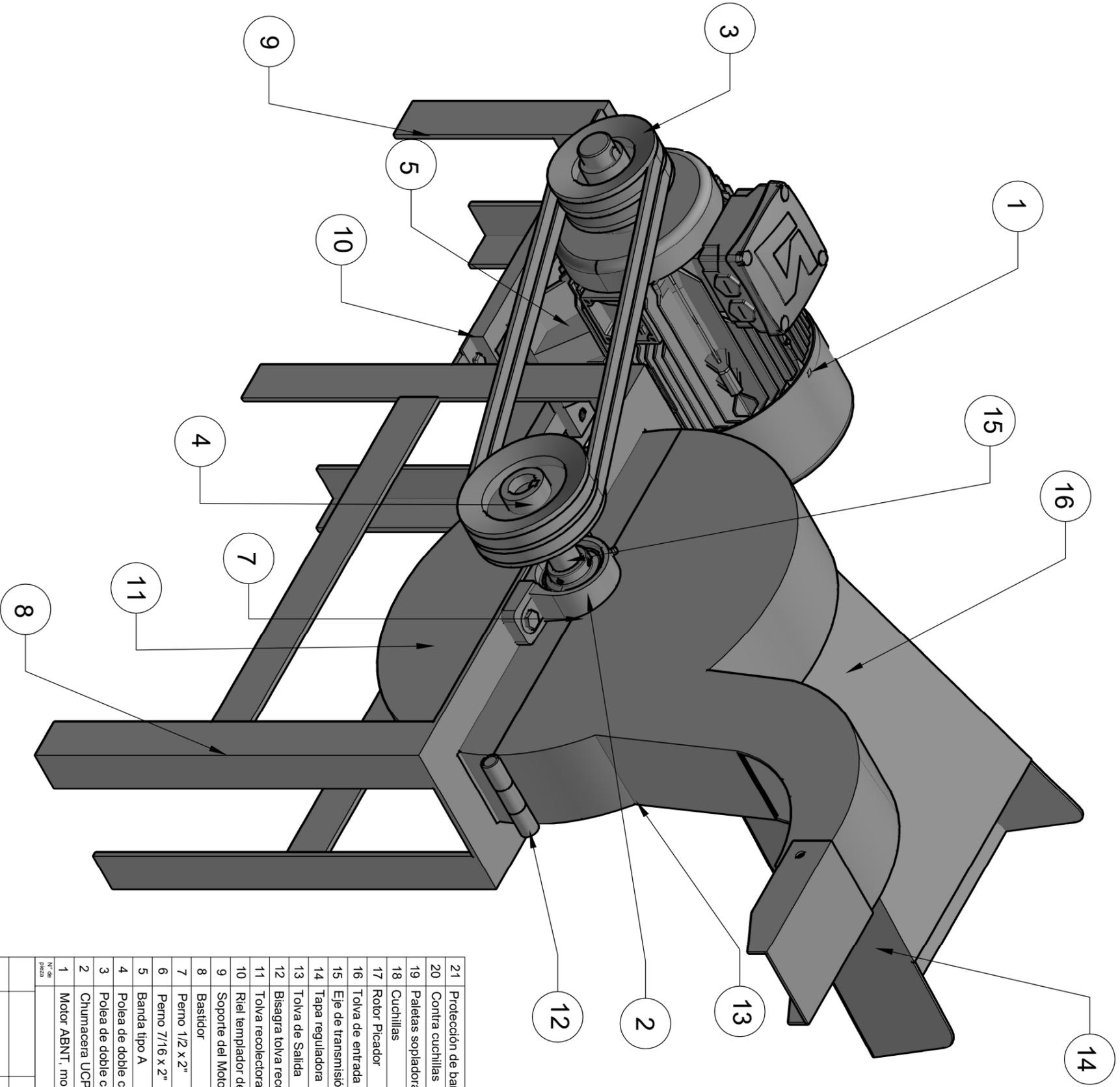
Costos indirectos

Otros	Total
Fotocopias e impresiones	\$120
Memoria USB	\$25
Imprevistos	\$50
Varios	\$30
Total	\$225

Anexo 12

PLANOS DE CONSTRUCCIÓN

Elaborado por: Grupo Investigador



ESCALA: 1:10

21	Protección de bandas y poleas	Ac. AISI 1045	1	MCTM - 16 - 10	Plancha AISI 1045 e=2mm	
20	Contra cuchillas	Aceero DF2	1	MCTM - 16 - 02	Aceero DF2 e= 6mm	
19	Paletas sopladoras	Ac. AISI 1045	3	MCTM - 16 - 09	Plancha AISI 1045 e=6mm	
18	Cuchillas	Aceero DF2	3	MCTM - 16 - 09	Aceero DF2 e= 6mm	
17	Rotor Picador	Ac. AISI 1045	1	MCTM - 16 - 09	Aceero de transmisión AISI 1018	
16	Tolva de entrada del producto	Ac. AISI 1045	1	MCTM - 16 - 08	Plancha AISI 1045 e=2mm	
15	Eje de transmisión	Ac. AISI 1018	1	MCTM - 16 - 07	Ac. AISI 1018-165HB	
14	Tapa reguladora	Ac. AISI 1045	1	MCTM - 16 - 06	Plancha AISI 1045 e=2mm	
13	Tolva de Salida	Ac. AISI 1045	1	MCTM - 16 - 05	Plancha AISI 1045 e=2mm	
12	Bisagra tolva recolectora y tolva de salida		1	MCTM - 16 - 04		
11	Tolva recolectora	Ac. AISI 1045	1	MCTM - 16 - 04	Plancha AISI 1045 e=2mm	
10	Riel templador del motor	Ángulos Ac.	2	MCTM - 16 - 03		
9	Soporte del Motor	Ángulos Ac.	1	MCTM - 16 - 03	Ángulos de 2" x 1/4" y e= 5mm	
8	Bastidor	Ángulos Ac.	1	MCTM - 16 - 02	Ver también en MCTM - 16 - 02.1	
7	Perno 1/2 x 2"	Aceero	4		Cada perno va con 1 arandela plana y tuerca de seguridad	
6	Perno 7/16 x 2"	Aceero	4			
5	Banda tipo A		2			
4	Polea de doble canal de 6"	Aluminio	1			
3	Polea de doble canal de 5"	Aluminio	1			
2	Chunnacera UCP P207-20		2		Aceero DF2 e= 6mm	
1	Motor ABNT, monofásico, 5HP, 1770RPM, 220-440V	Bilidado	1			

Nº de pieza	Denominación	Material	Cant.	No. de Dibujo	Observaciones

Tolerancia	Fecha	Peso	Material	Denominación

Nombre	Denominación	Escala

Dib.	Nombre	Denominación
06/07/16	B.L. - H.A.	
08/07/16	Ing. Ms.C	Máquina picadora de tallos de maíz
08/07/16	Álvaro Mullo.	

Rev.	Nombre	Denominación

Apr.	Nombre	Denominación

Nombre	Denominación	Escala

Nombre	Denominación	Escala

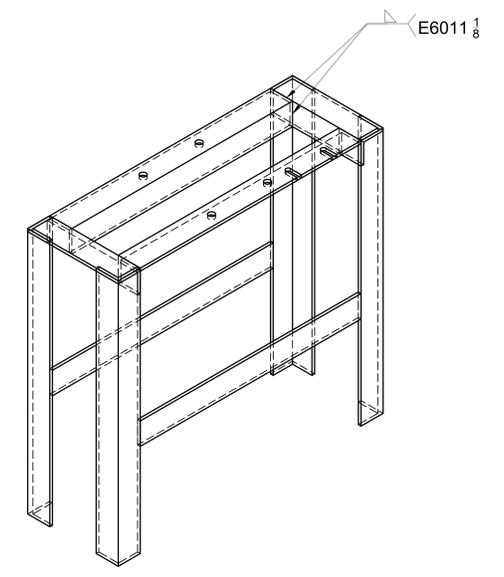
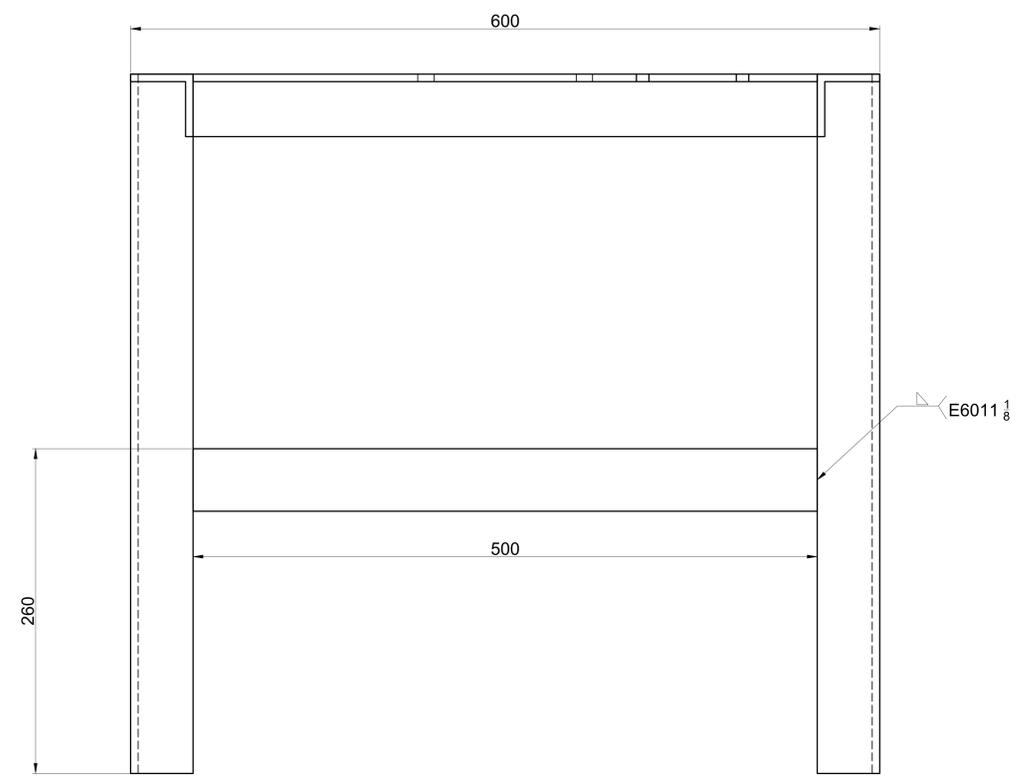
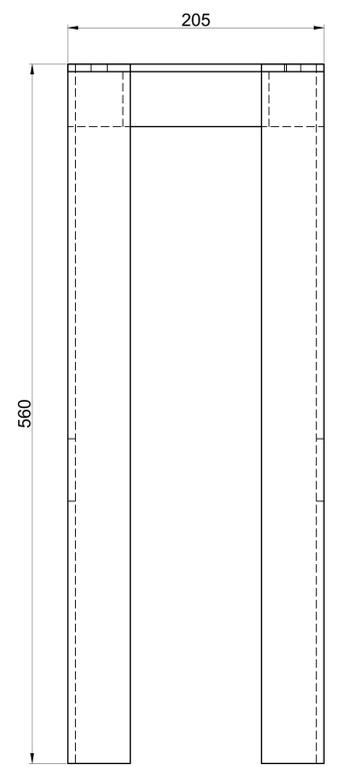
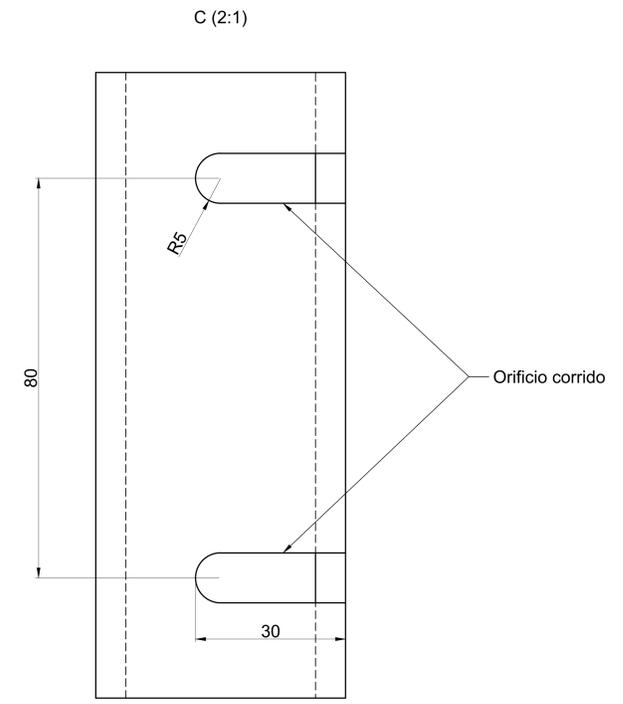
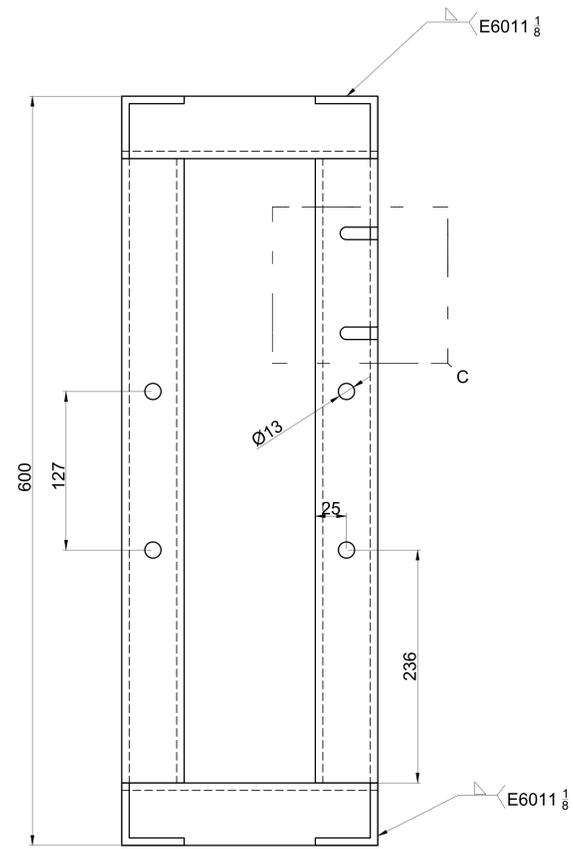
Nombre	Denominación	Escala

Nombre	Denominación	Escala

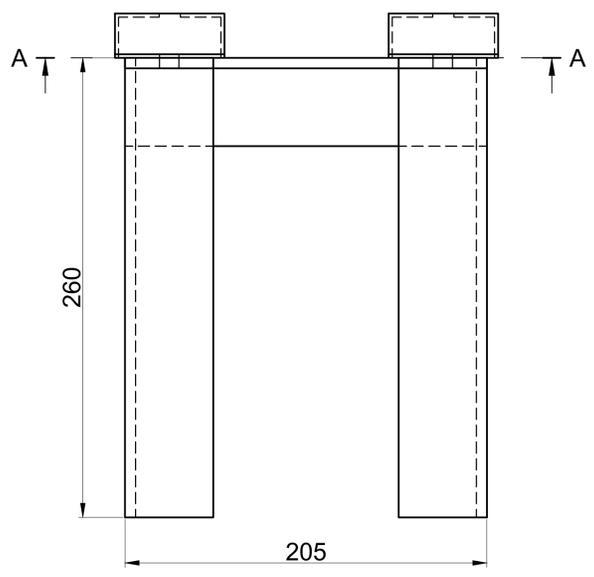
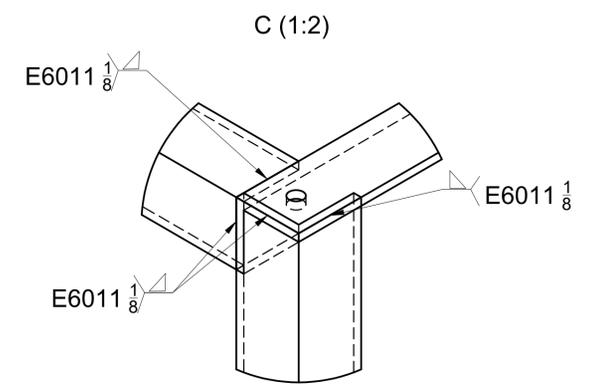
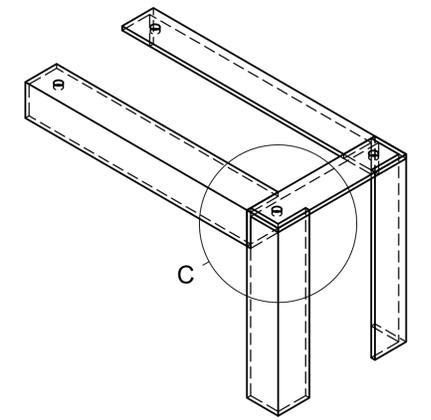
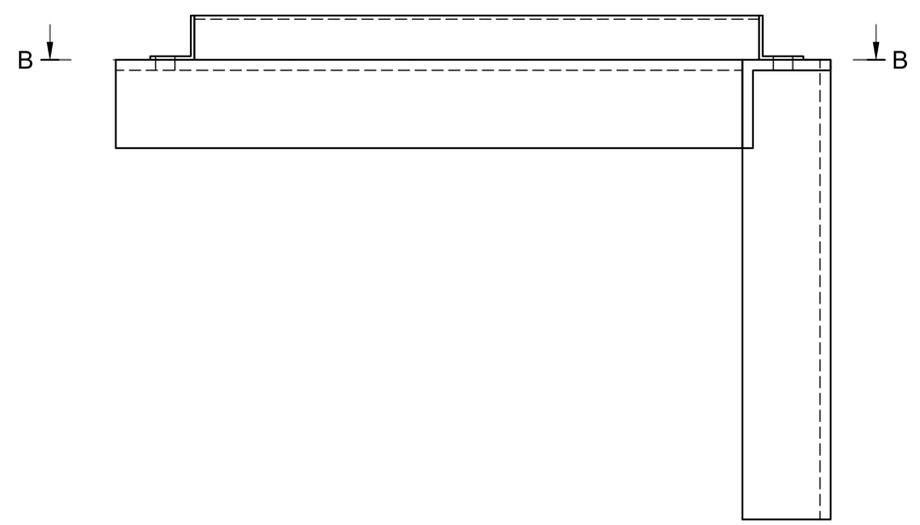
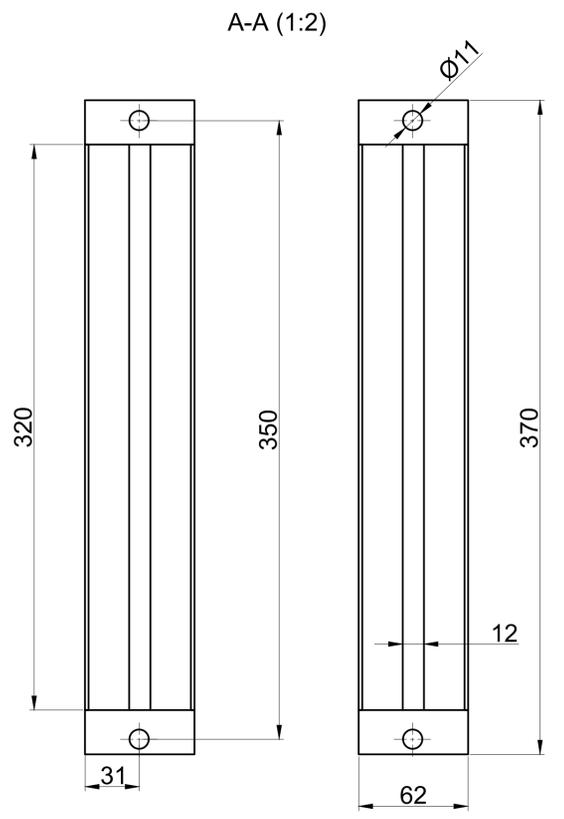


Nombre	Denominación	Escala

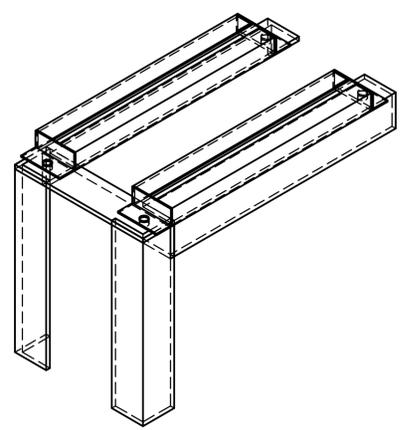
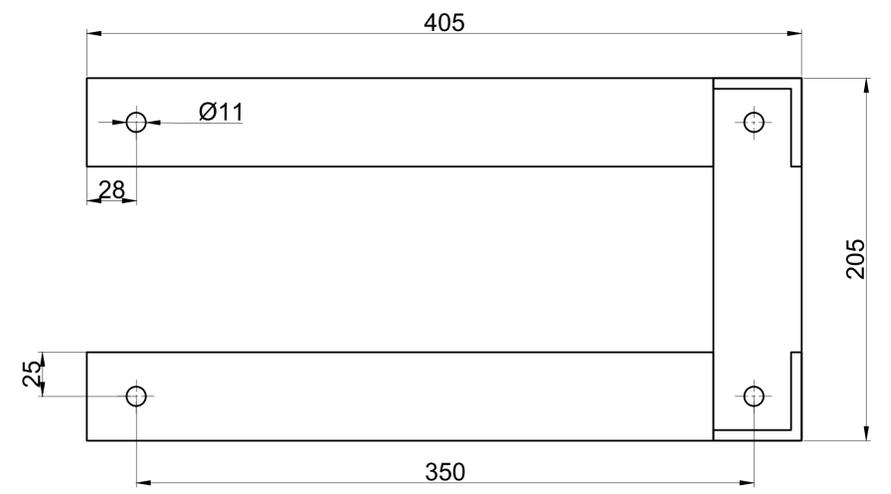




Tolerancia	Peso	Materia	Ángulos de 2" X 1/4"	
Fecha	Nombre	Denominación		Escala
Dib. 02/07/16	B. L. - J. A.	Bastidor		1:2
Rev. 02/08/16	Ing. MGC.			
Apro. 02/08/16	Ávaro Mulo			
		No. de Dibujo	MCTM - 16 - 02.1	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Recubrimiento: Pintura alcoroxiva



B-B (1:2)



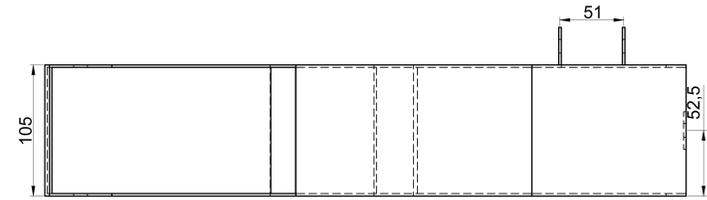
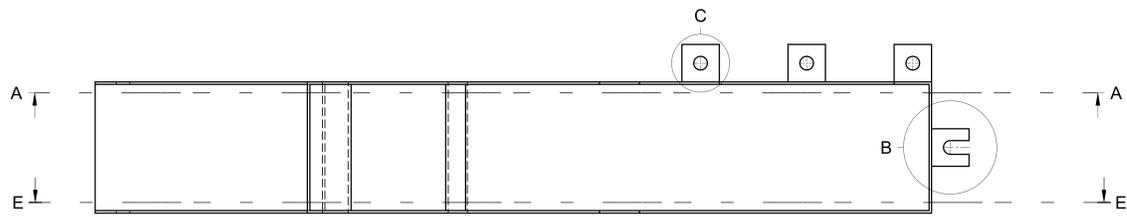
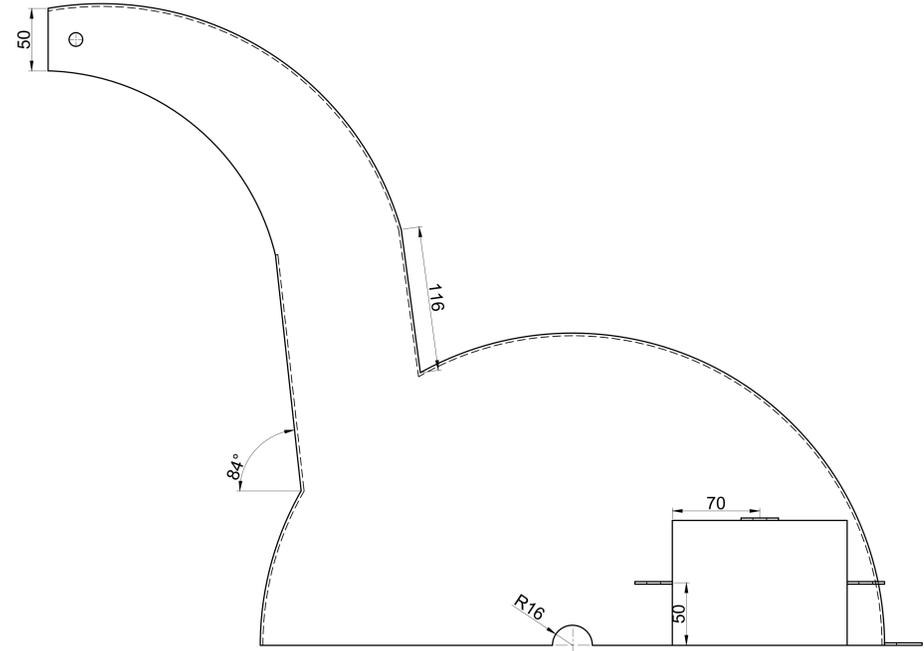
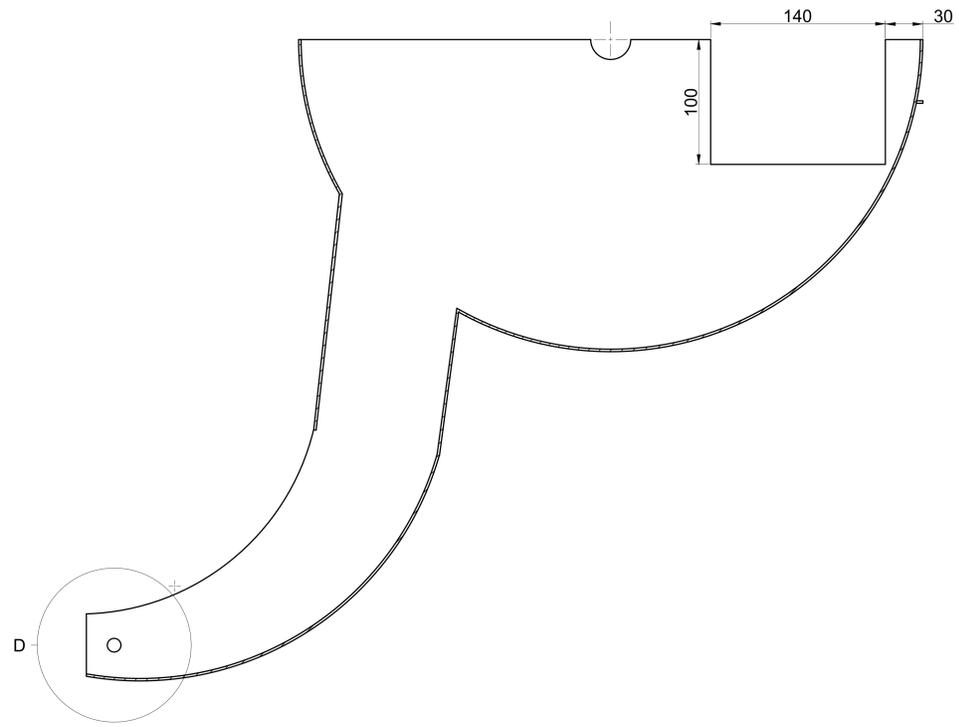
Nota: En cada perno utilizar tuercas de seguridad

Tolerancia	+/- 0.2	Peso		Material:	Ángulos de 2" x 1/4" (Base del motor)	4 pernos 3/8" x 1"
					Ángulos de 1" x 1/8" (Rieles)	
Fecha	28/07/16	Nombre	B. L. - H. A	Denominación	Soporte del motor	
Dib.	02/08/16	Ing. MSc.	Álvaro Mullo	No. de Dibujo	MCTM - 16 - 03	
Rev.	02/08/16			Recubrimiento:	Pintura anticorrosiva	
Apro.	02/08/16					

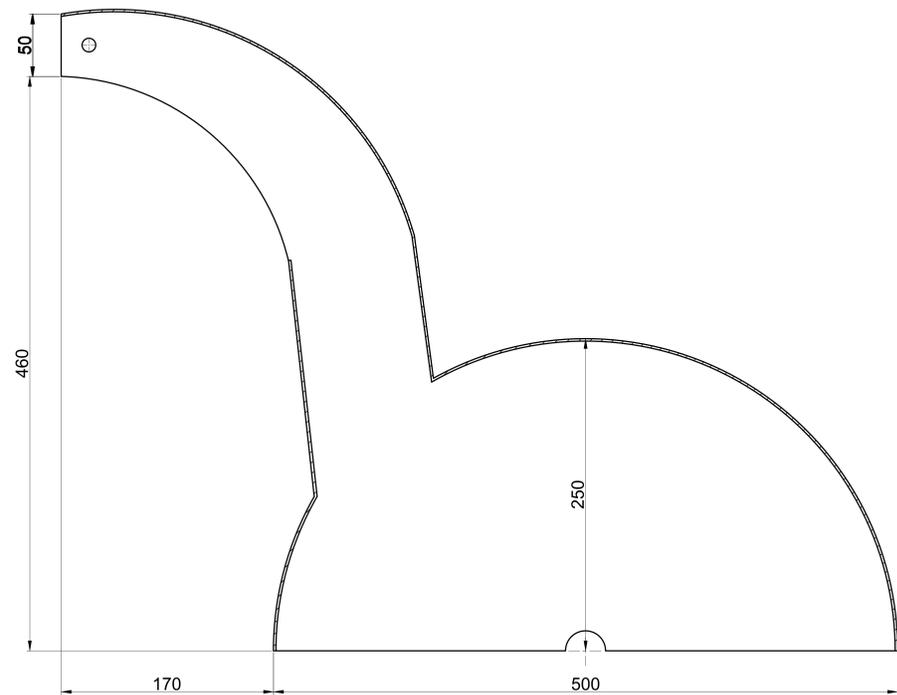
Edición: Modificación Fecha Nombre

Logo: **crv Ingeniería Electromecánica**

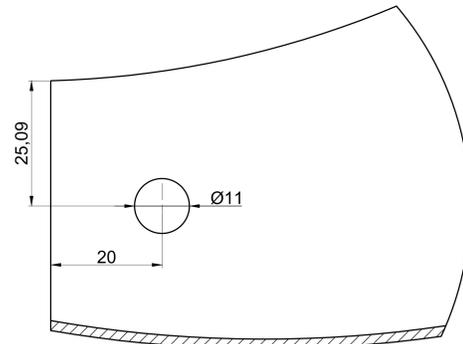
A-A (1:2)



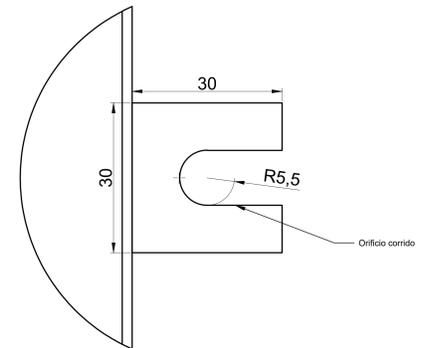
E-E (1:2)



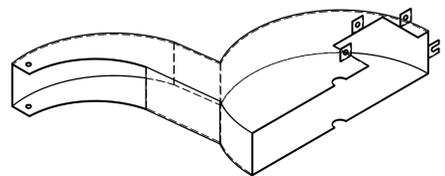
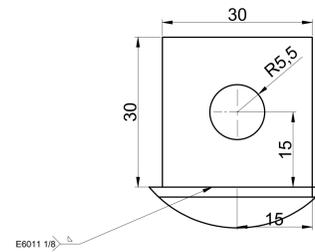
D (2:1)



B (2:1)



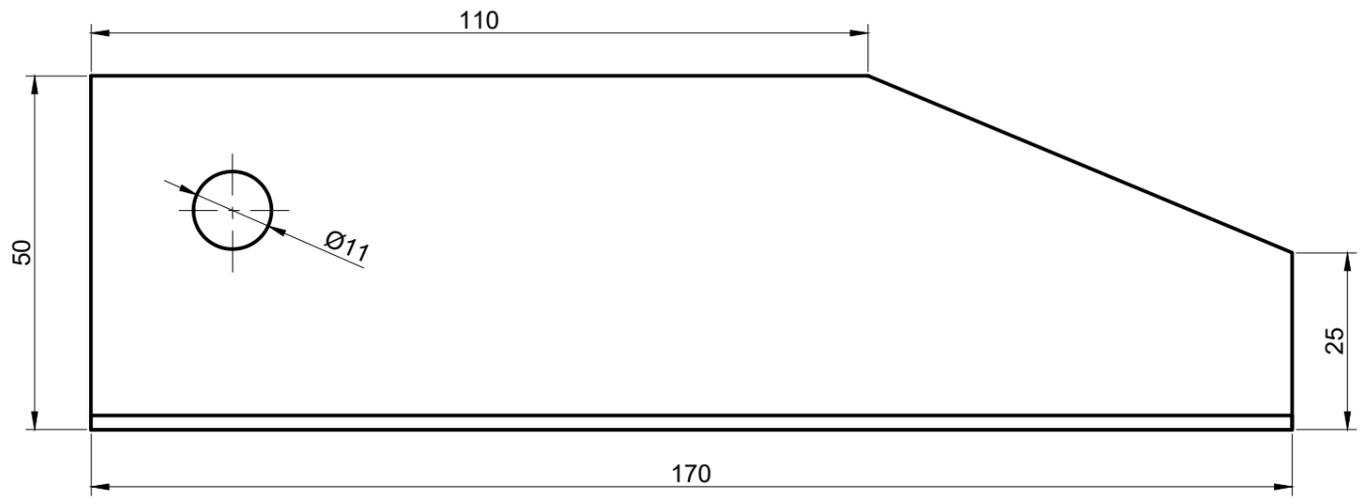
C (2:1)



Nota: En el perno para seguro de la tibia se utiliza una mariposa			
Tolerancia	±0.2	Peso	
Fecha	02/08/16	Material	Plancha AISI 1045 e/2mm
Dib.	02/08/16	Nombre	RL - H.A.
Rev.	02/08/16	Denominación	Tolva de salida
Apro.	02/08/16	Ing. MaC.	
		Alvaro Mulo	
		No. de Dibujo	MCTM - 16 - 05
		Recubrimiento:	Pintura anticorrosiva

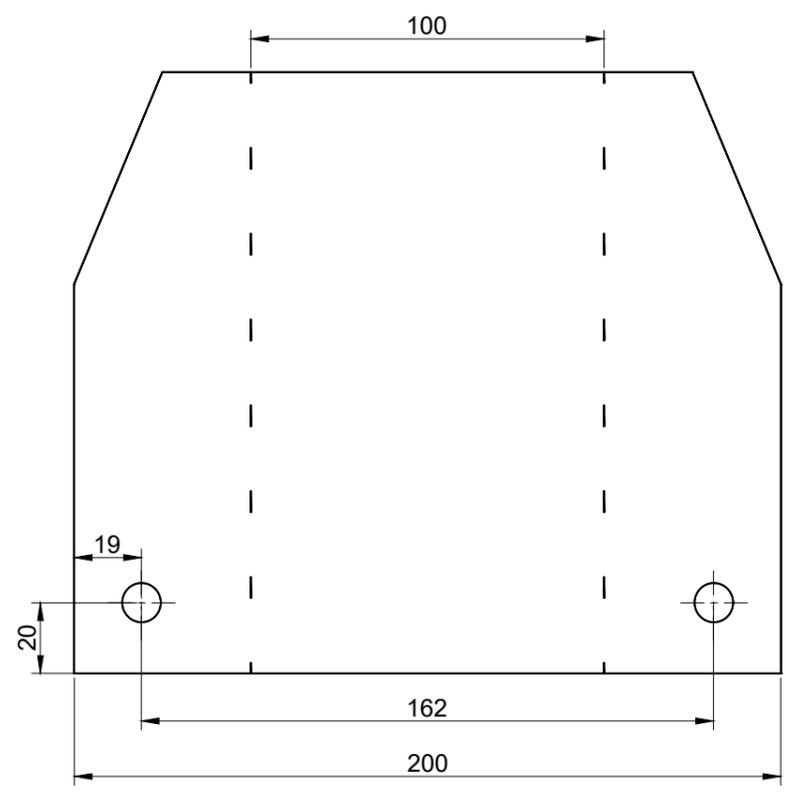
1 2 3 4 5 6 7 8

A



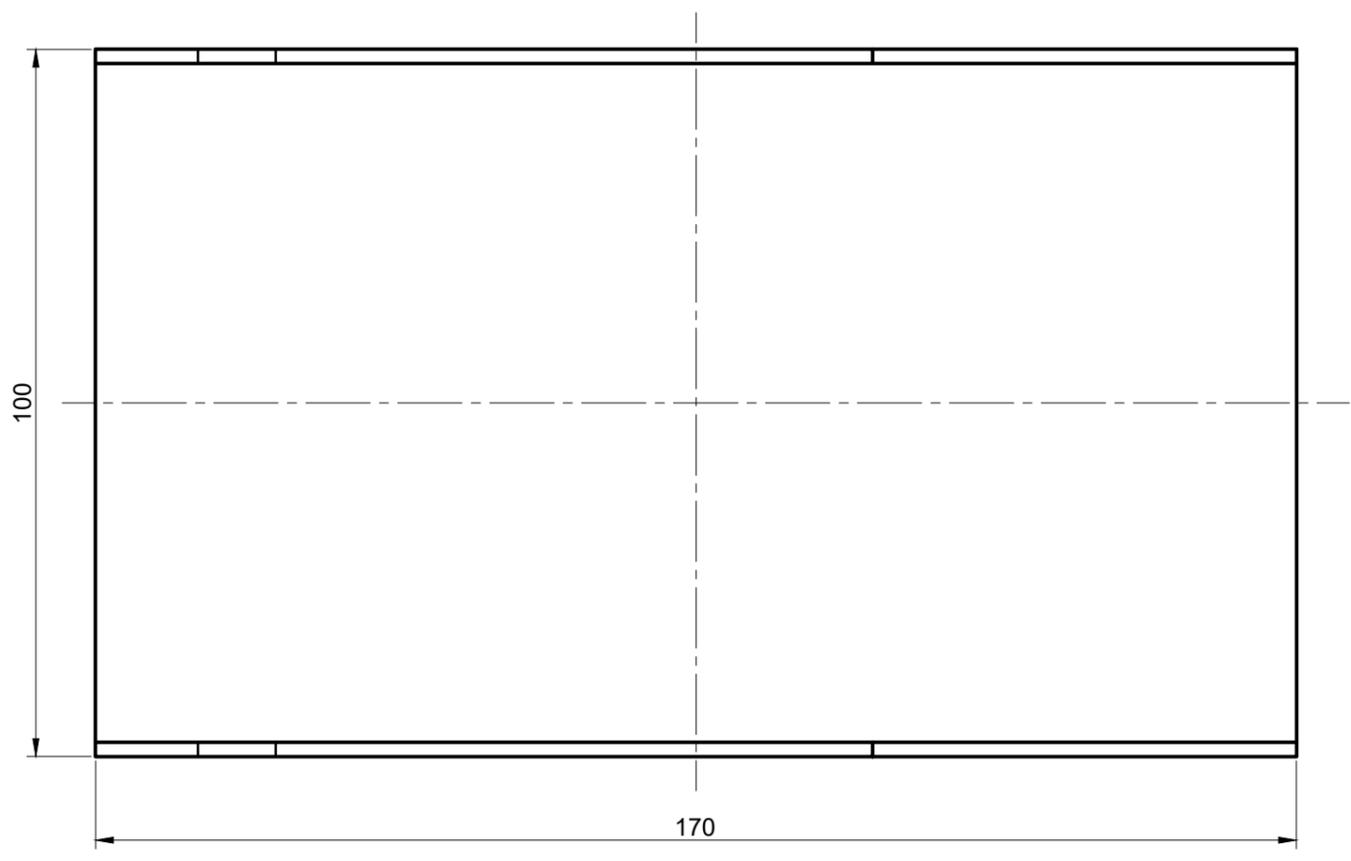
A

B



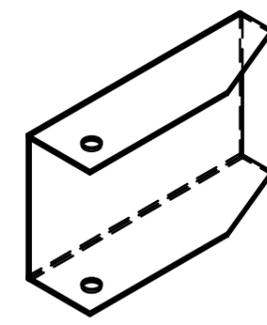
B

C



C

D



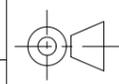
D

E

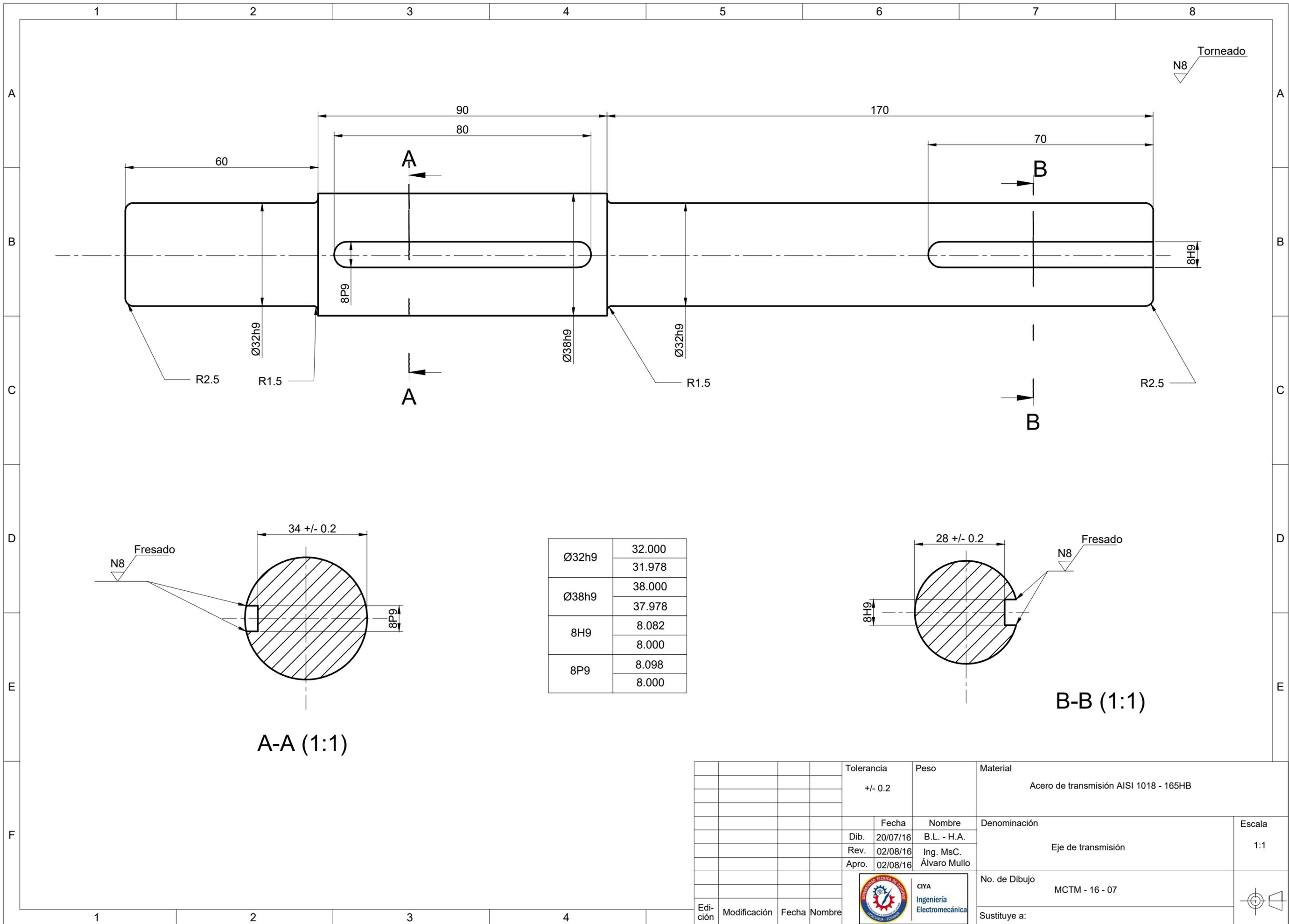
E

Nota: Cada doblez se lo realizará por las líneas entrecortadas

F

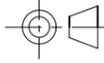
				Tolerancia	Material: Plancha de acero AISI 1045 e=2mm 2 pernos 5/16" x 1" (En cada perno se utiliza una arandela plana y tuerca de seguridad)			
				Fecha	Nombre	Denominación		Escala
				Dib. 28/07/16	B.L. - H.A.	Tapa reguladora		
				Rev. 02/08/16	Ing. MsC.			
				Apro. 02/08/16	Álvaro Mullo			
				 CIYA Ingeniería Electromecánica		No. de Dibujo	MCTM - 16 - 06	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustituye a:		

1 2 3 4

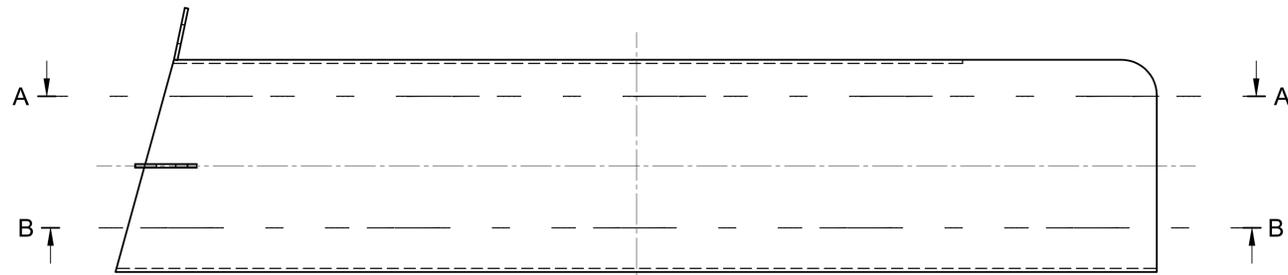
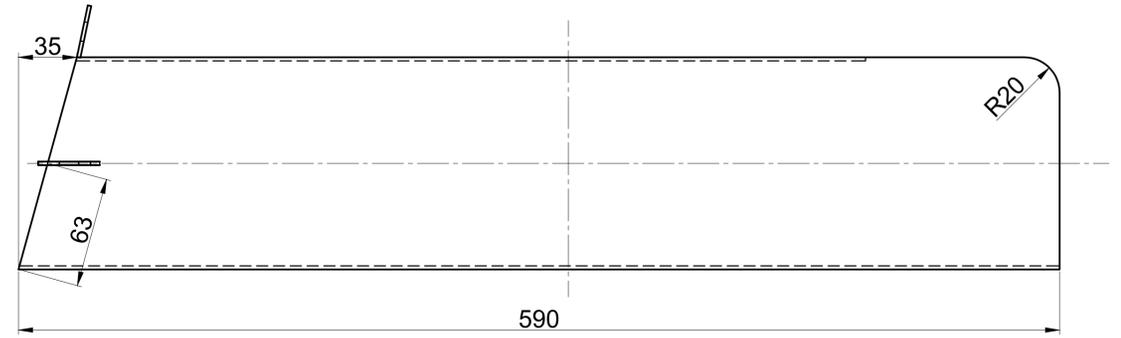
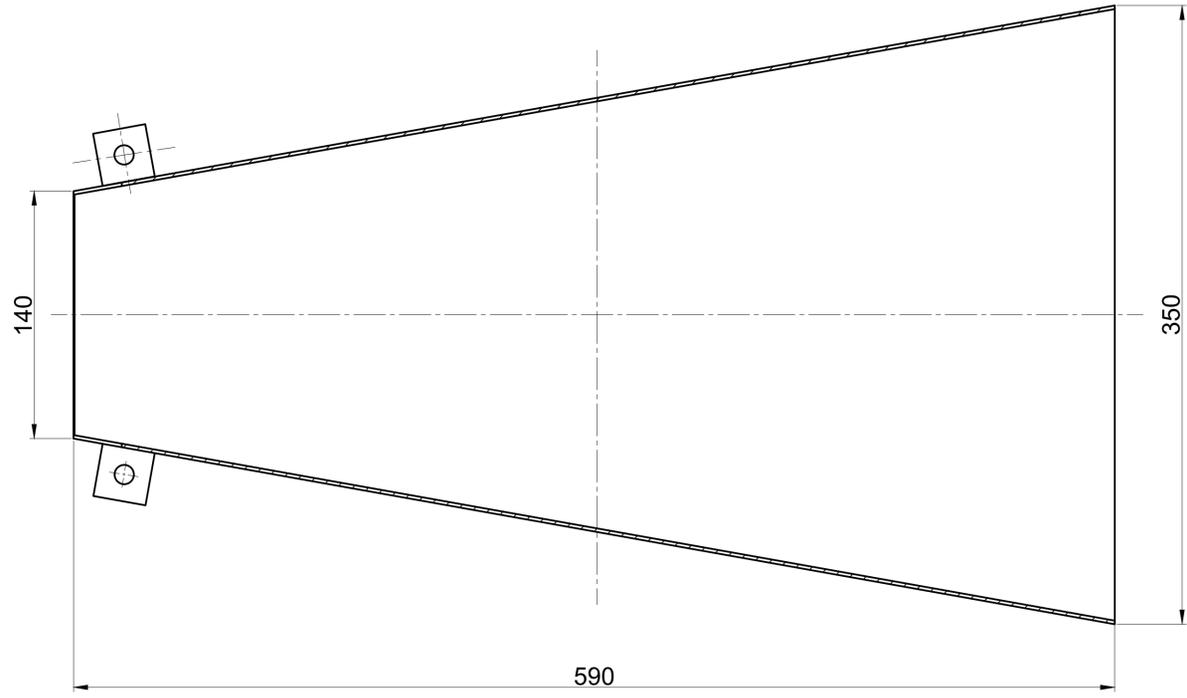


A-A (1:1)

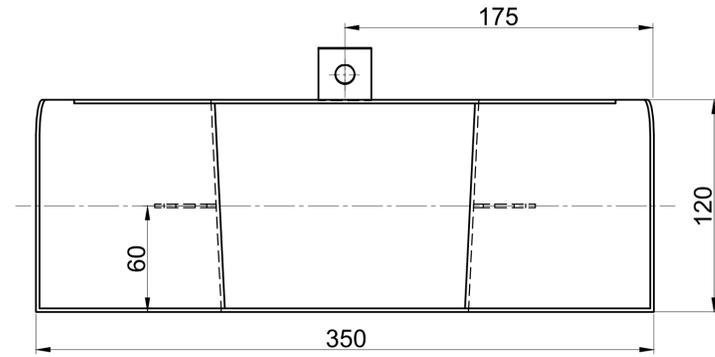
B-B (1:1)

				Tolerancia +/- 0.2	Peso	Material Acero de transmisión AISI 1018 - 165HB	
						Denominación	Escala
				Dib.	20/07/16	B.L. - H.A.	Eje de transmisión 1:1
				Rev.	02/08/16	Ing. MsC. Álvaro Mullo	
				Apro.	02/08/16		
						No. de Dibujo	MCTM - 16 - 07
						Sustituye a:	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	 CIYA Ingeniería Electromecánica			

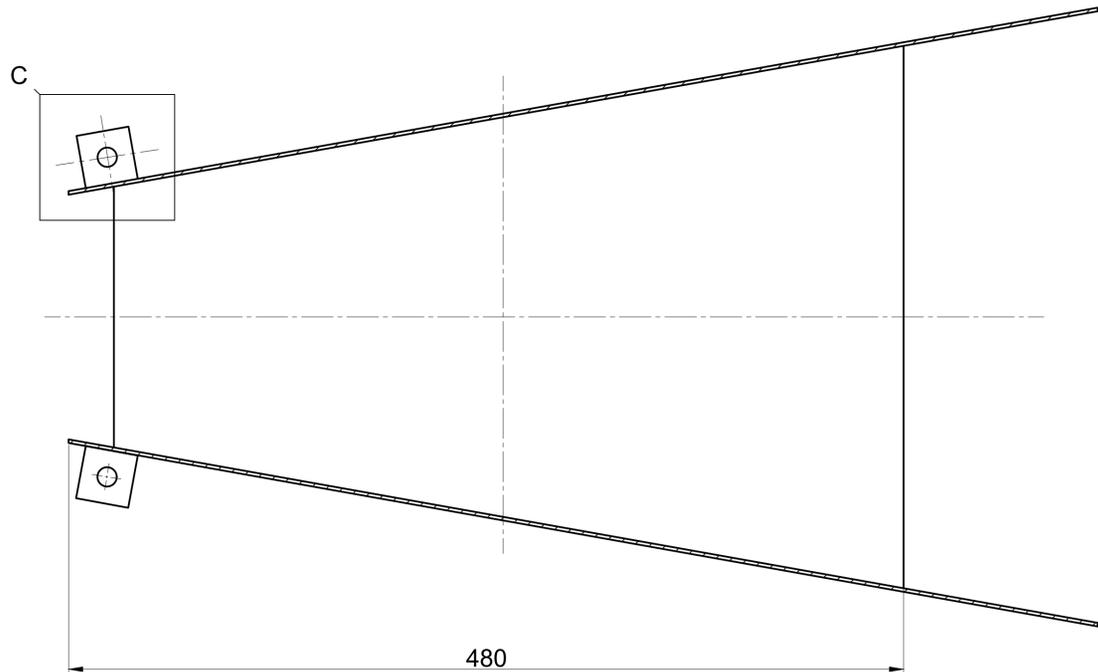
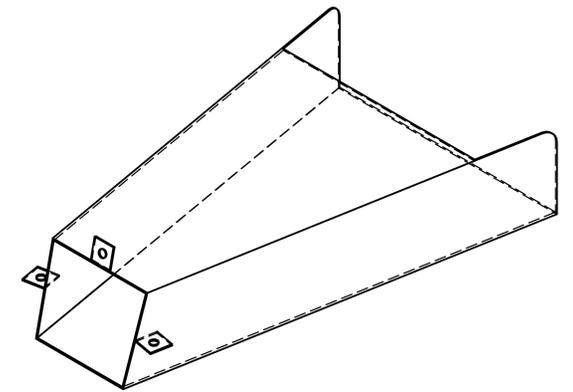
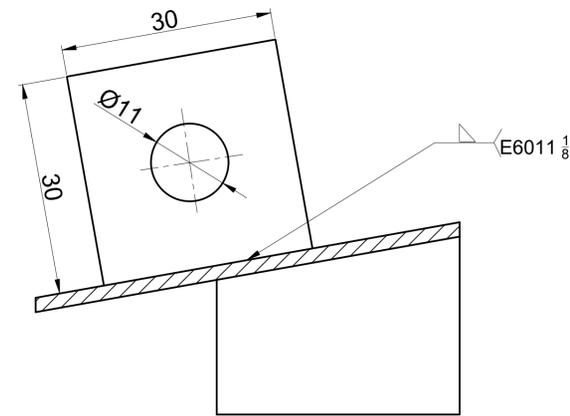
A-A (1:2)



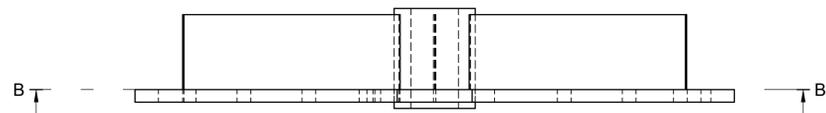
B-B (1:2)



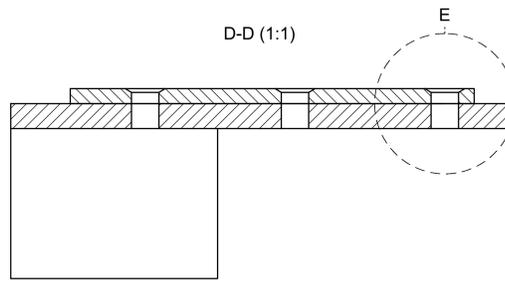
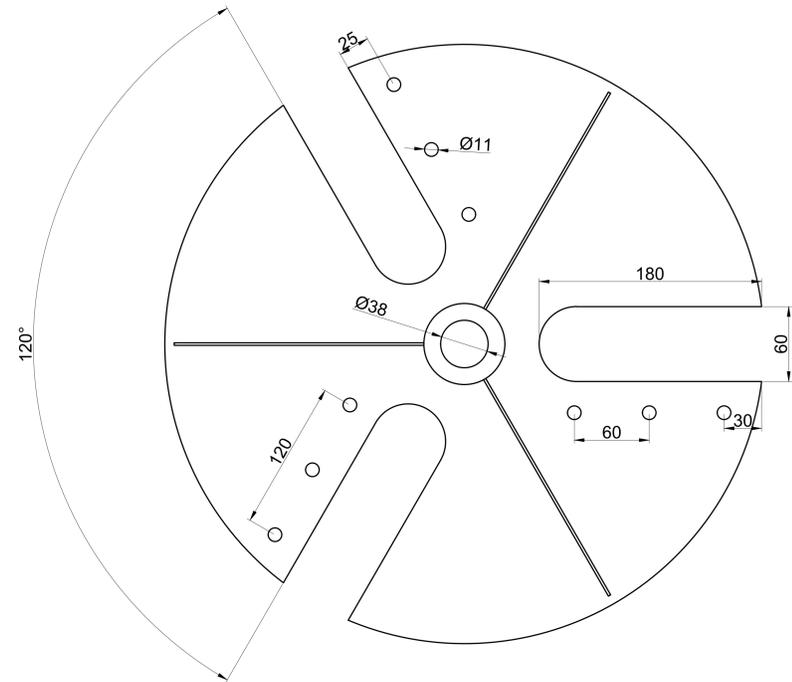
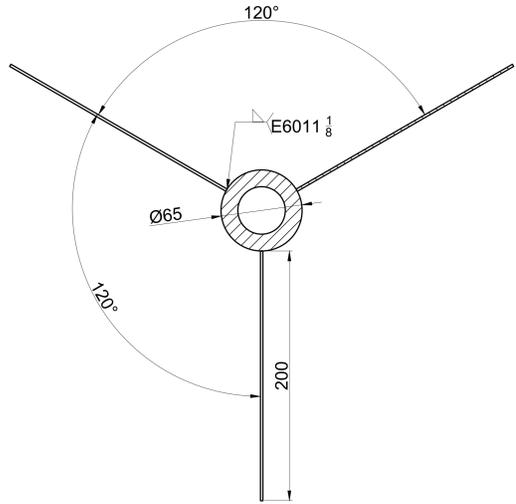
C (2:1)



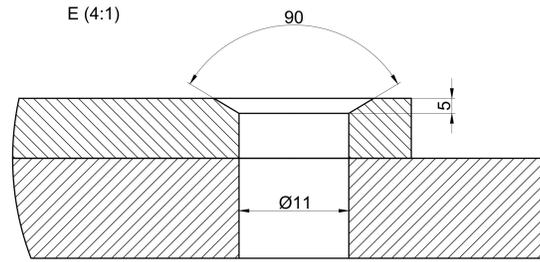
Tolerancia		Peso		Material: Plancha de Acero AISI 1045 e=2mm 3 Pernos 3/8" x 1"	
Fecha Dib. 20/07/16 Rev. 02/08/16 Apro. 02/08/16		Nombre B.L. - H.A. Ing. MSc. Álvaro Mullo		Denominación: Tolva de entrada del producto	
Edición		Modificación		No. de Dibujo MCTM - 16 - 08	
Fecha		Nombre		Recubrimiento: Pintura anticorrosiva	



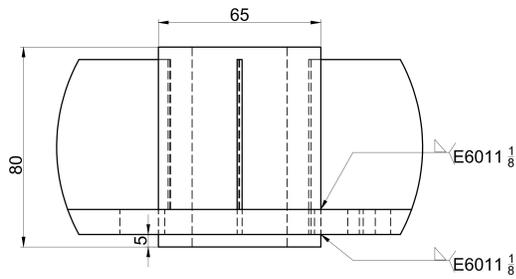
B-B (1:2)



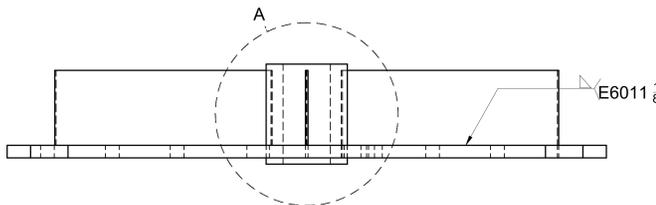
D-D (1:1)



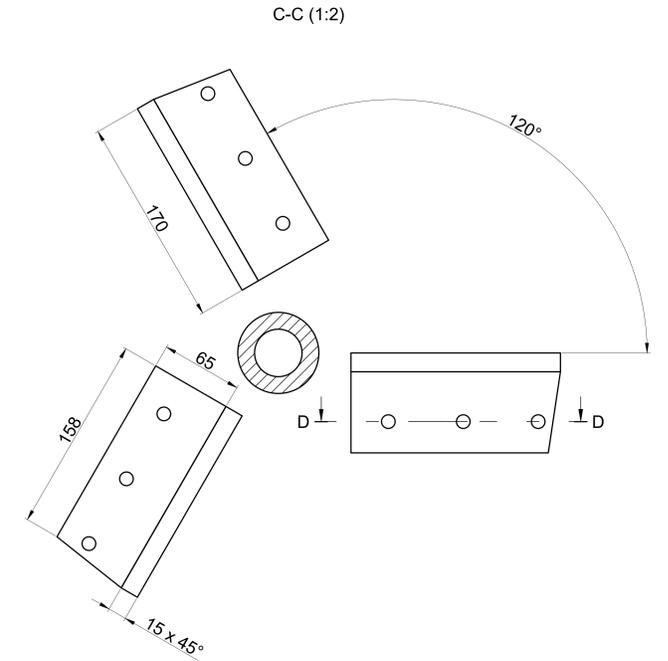
E (4:1)



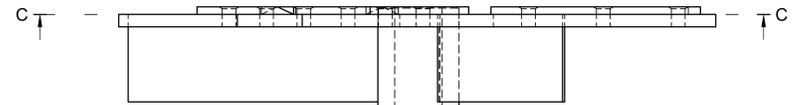
A (1:1)



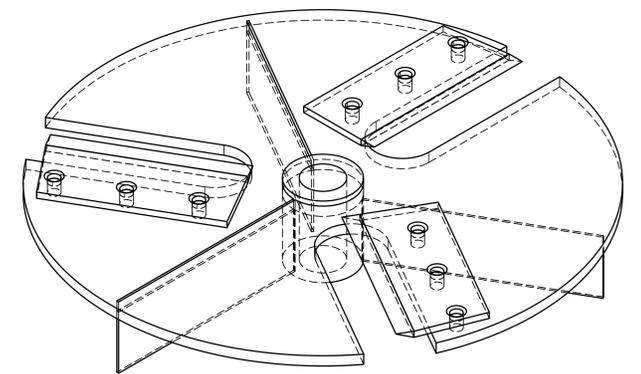
A



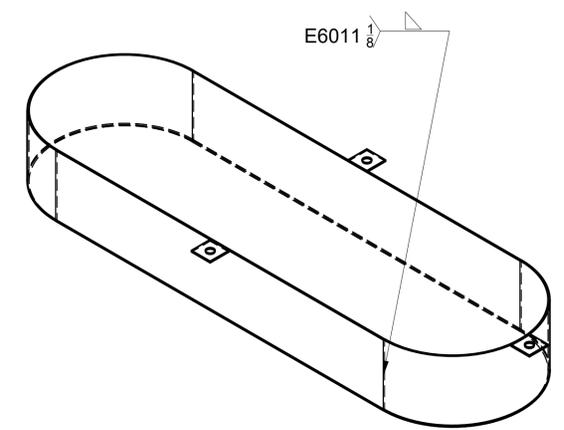
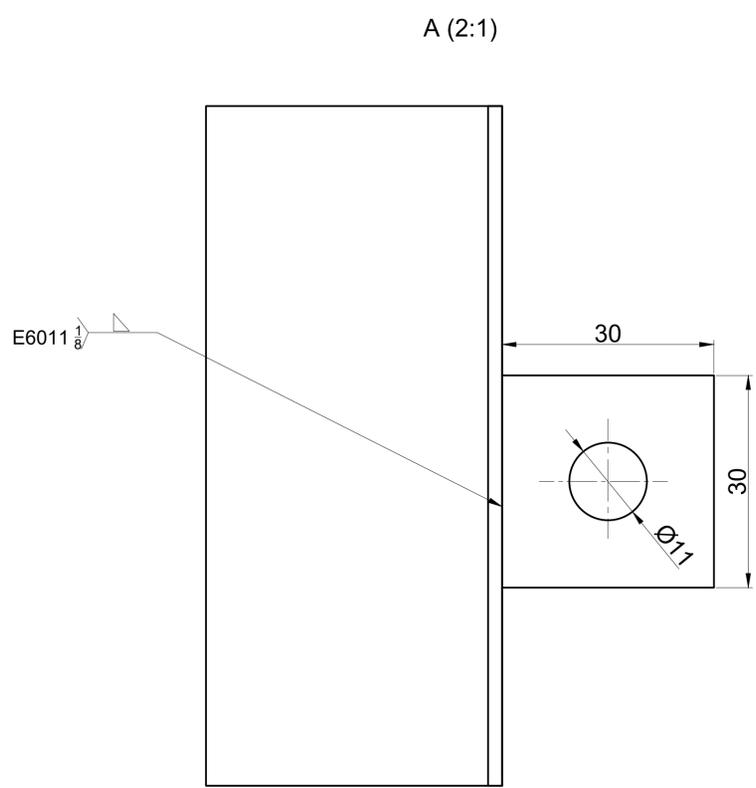
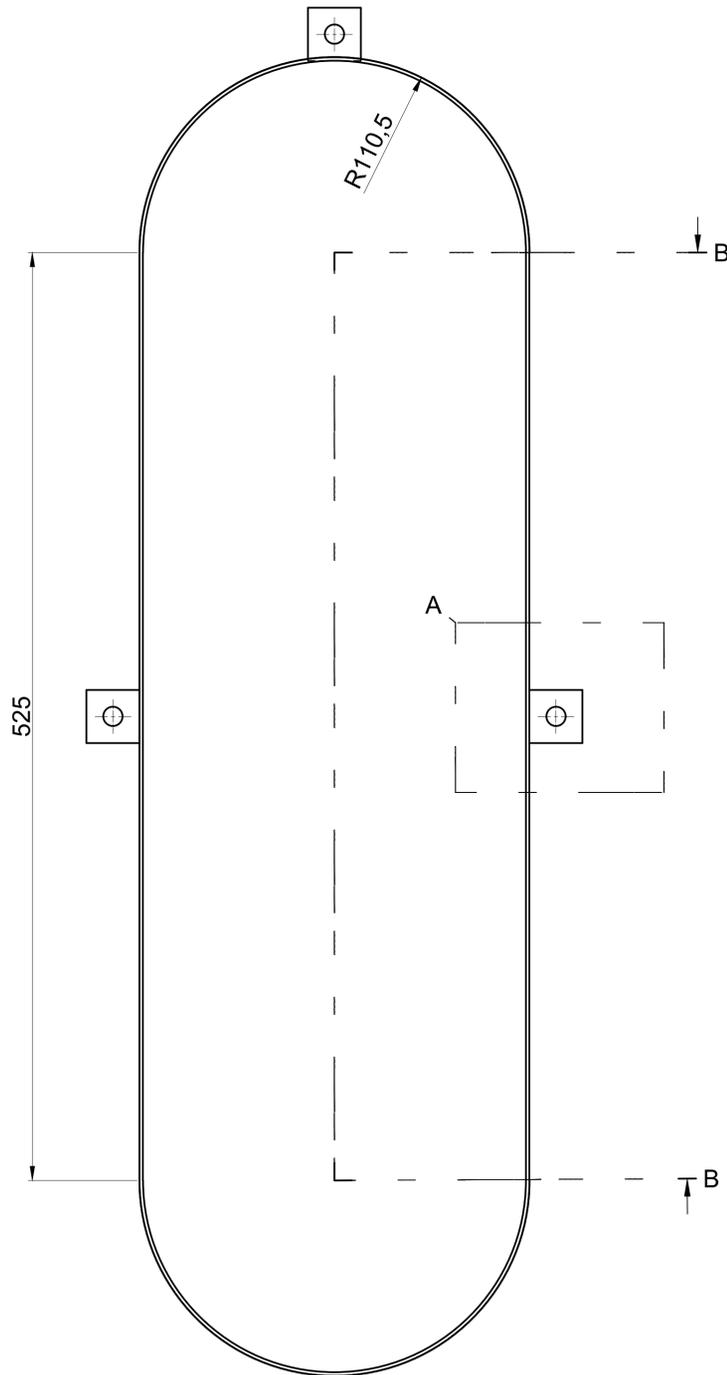
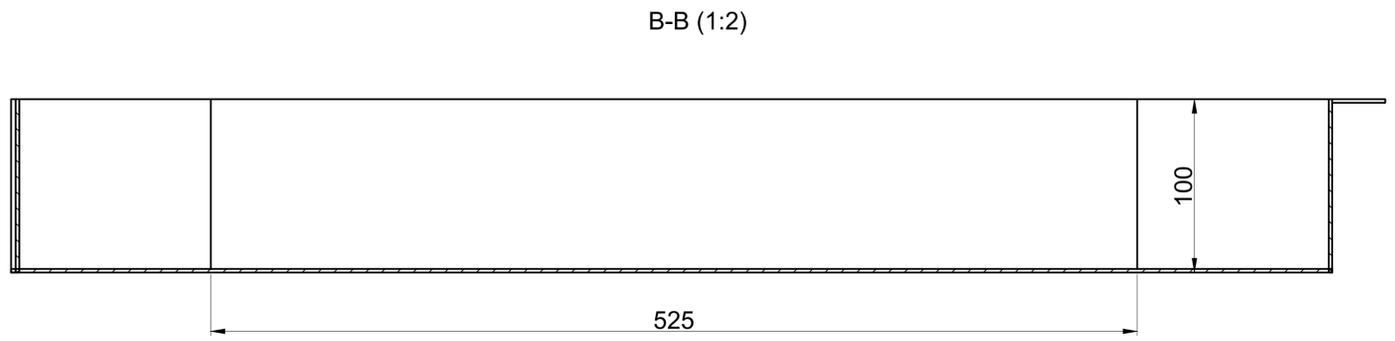
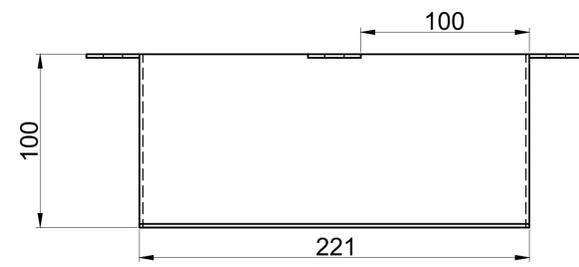
C-C (1:2)



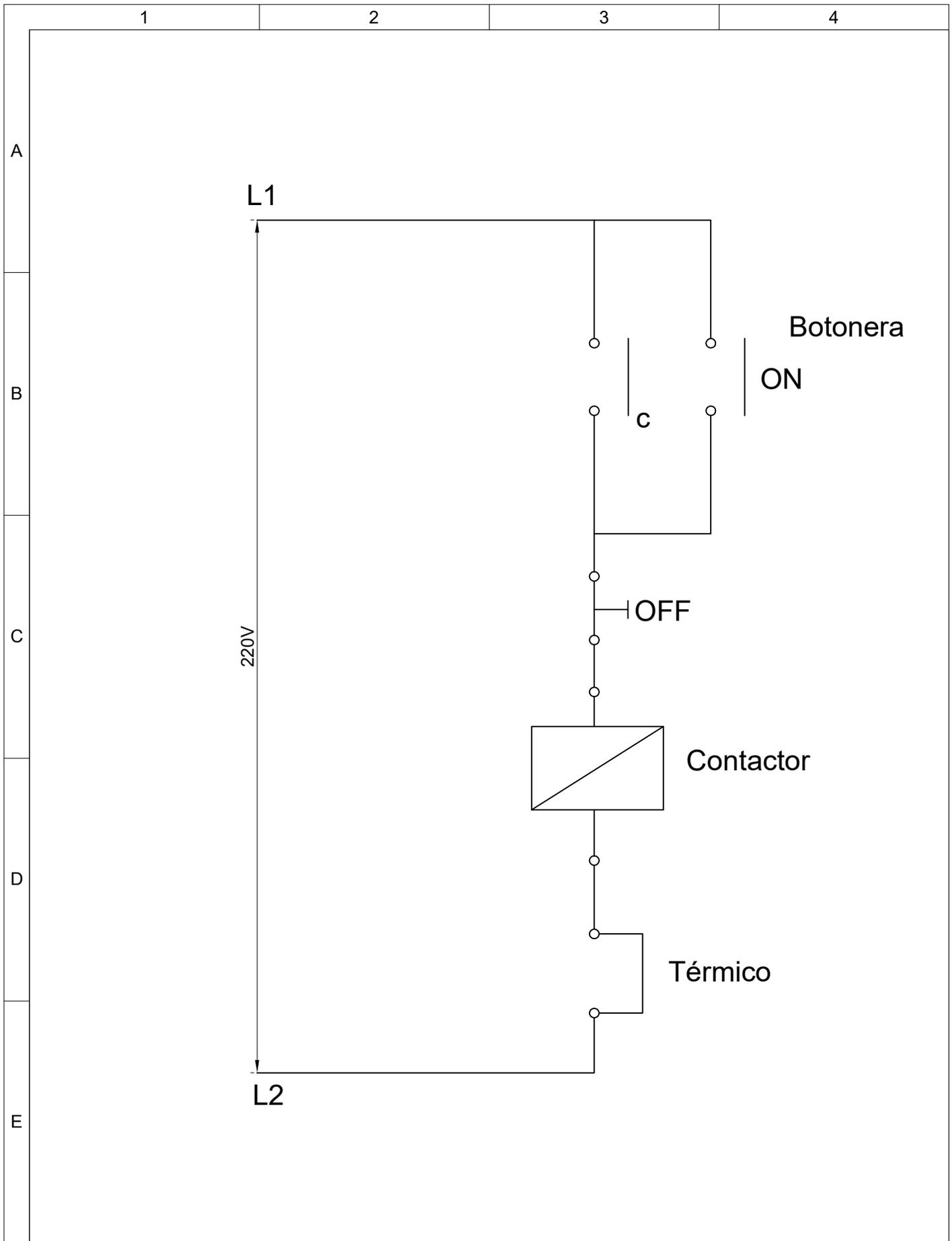
C



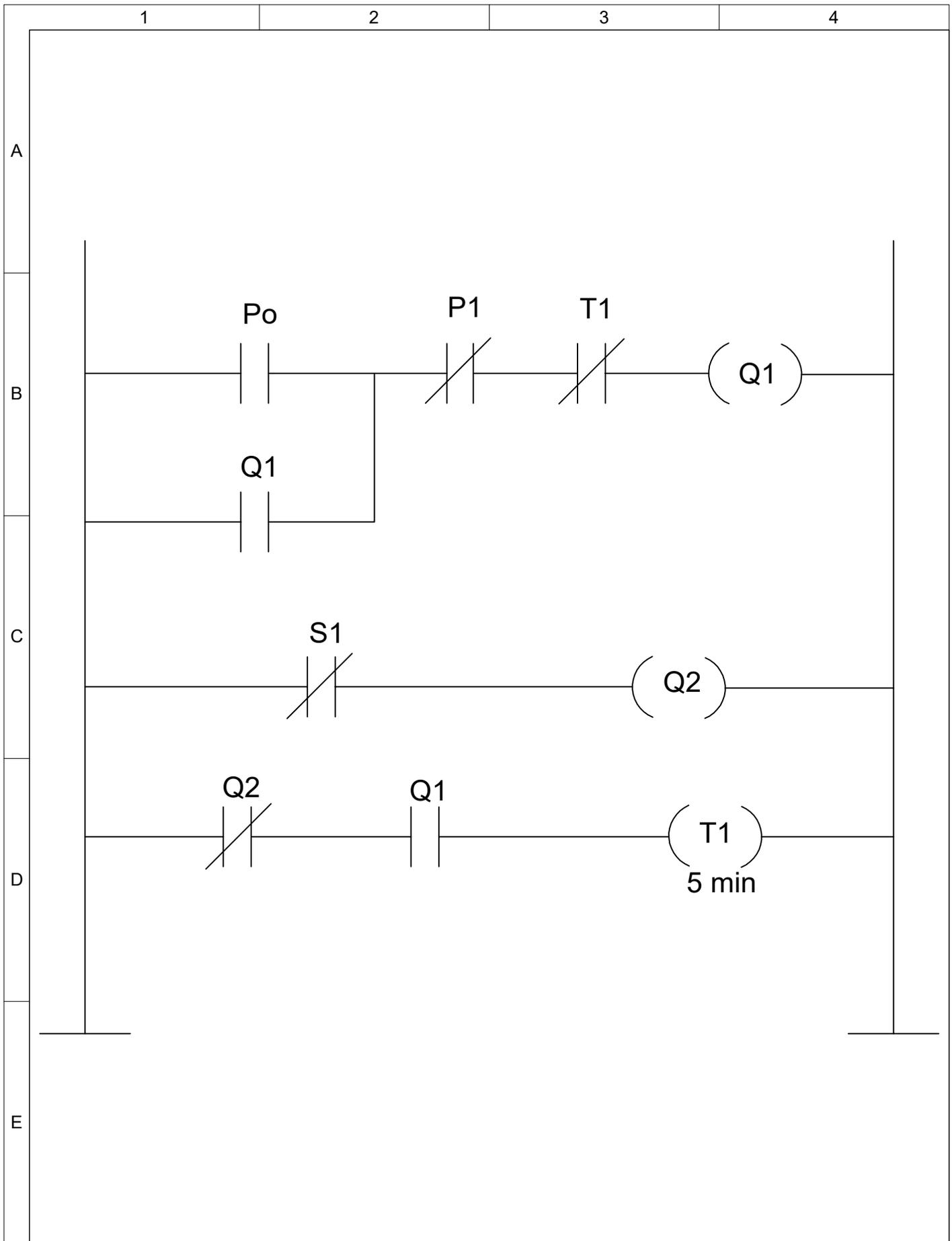
Nota: En cada perno se utilizara una buena de seguridad			
Tolerancia: ± 0.2	Peso:	Materia: Plancha AISI 1045 en 10mm	Acero de transmisión AISI 1018
Dib: 02/08/16	Nombre: B.L. - S.A.	9 pernos cónicos 12" x 2"	
Rev: 02/08/16	Ing. M.C.	2 Pernos 12" x 1" Para el boñín	
Apro: 02/08/16	Alvaro Mulo	Rotor picador	
Escala:		No. de Dibujo: MCTM - 16 - 09	
Edi: Modificación Fecha Nombre:		Recubrimiento: Pintura anticorrosiva	



Tolerancia		Peso		Material	
				Plancha de acero AISI 1045 e=2mm	
				4 pernos 3/8" x 1" (En cada perno se utiliza una y tuercas de seguridad)	
Fecha		Nombre		Denominación	
Dib. 28/07/16		B. L. - H. A		Protección de bandas y poleas	
Rev. 02/08/16		Ing. MSc.		Escala	
Apro. 02/08/16		Álvaro Mullo		1:2	
				No. de Dibujo	
				MCTM - 16 - 10	
				Recubrimiento: Pintura anticorrosiva	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre		



		Tolerancia:		Peso:		Material:	
		Fecha		Nombre		Denominación	
		Dib. 28/07/16		B.L. - H.A.		Plano de protección y control eléctrico	
		Rev. 02/08/16		Ing. MsC.			
		Apro. 02/08/16		Álvaro Mullo			
						No. de Dibujo	
						MCTM - 16 - 11	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	CIYA Ingeniería Electromecánica		Sustituye a:	

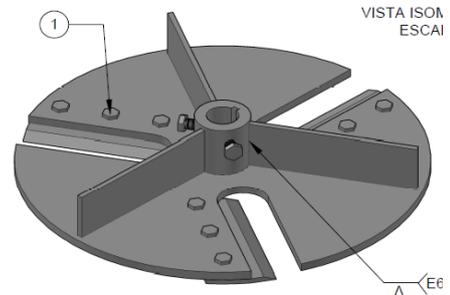
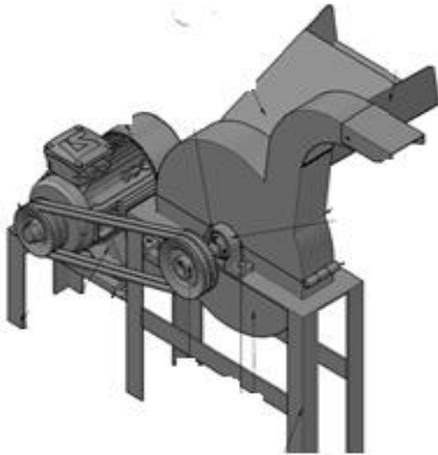


		Tolerancia:		Peso:		Material:	
		Fecha		Nombre		Denominación	
		Dib. 28/07/16		B.L. - H.A.		Diagrama de mando y control del sistema automático	
		Rev. 02/08/16		Ing. MsC.			
		Apro. 02/08/16		Álvaro Mullo			
						No. de Dibujo	
						MCTM - 16 - 12	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustituye a:	

Anexo 13

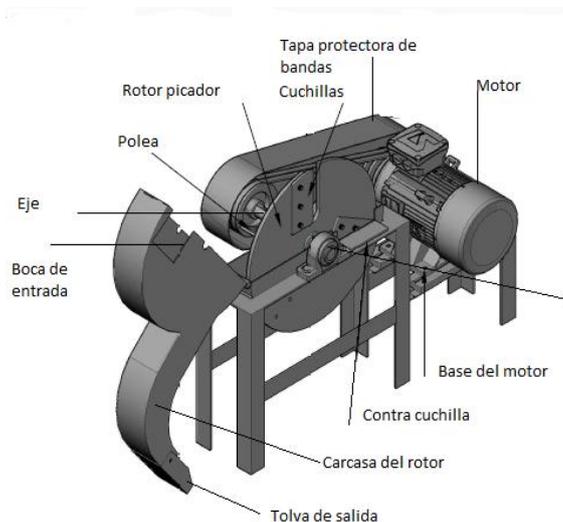
Instrucciones de montaje y Manual de Operación

PICADORA DE TALLOS DE MAÍZ



2.- Luego ensamble el eje en el disco para hacer un solo cuerpo y poder instalarle en el bastidor y ajuste los prisioneros

1.- Instrucciones de montaje



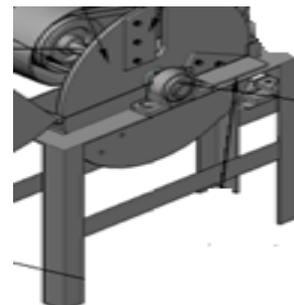
ESCALA: 1:2



3.- Una vez armado el disco con las cuchillas y eje proceda a instalar las chumaceras y polea centrar el disco y ajustar los pernos que sujetan las chumaceras.

Rotor picador

1.- Ubique las cuchillas bien sujetas al disco de corte y las chavetas sobre el eje que debe estar armado en disco.



MANUAL DE OPERACIÓN

Aspectos de seguridad

 Las medidas de seguridad deben tomarse en cuenta para el obrero y para la máquina. El operario de la máquina debe usar mascarilla, gafas y tapones para oídos. Para el motor de la máquina se considera necesario una protección eléctrica que consta de una botonera ON/OFF para el encendido y apagado de la máquina.

Operación

La máquina posee un rotor soplador que hace que los tallos de maíz picado salga a velocidades altas de la misma, por ello es necesario colocar en la boca de la máquina la funda para llenar la misma, o a su vez se recomienda colocarla frente a una pared para que la misma detenga los tallos de maíz y este se apile.

Para la operación de la máquina se requieren dos personas:



1) Conecte la máquina a una fuente de 220V, monofásica.

2) Pulse el botón verde de la caja de mando eléctrica, ubicada en la parte inferior izquierda de la máquina.

3) Deje actuar la máquina durante 1 minuto antes de empezar a introducir en la misma los tallos de maíz.

4) Al introducir los tallos de maíz en la bandeja de alimentación, tenga cuidado de no acercarse al rotor de la misma, empuje los tallos con un trozo de madera o con el mismo tallo.

5) Una vez que haya terminado de picar los tallos deje funcionar la máquina 1 minuto en vacío, esto ayuda a que el rotor expulse el material picado acumulado en el bastidor.

6) Detenga la máquina pulsando el botón rojo de la caja de mando eléctrica.

7) Espere a que el rotor soplador de la máquina se detenga completamente

8) Asegúrese de interrumpir la alimentación eléctrica hacia la máquina para evitar accidentes.

Mantenimiento



La máquina tiene elementos cortantes móviles por lo que el manejo y operación se debe tomar las medidas de seguridad adecuada. Los controles de mando están dispuestos de una manera directa;

encendida o apagado, está provisto de una tolva de alimentación diseñada de manera adecuada para evitar el contacto directo con los elementos cortantes. Para la prolongación de la vida útil de la máquina cortadora se ha determinado actividades mecánicas y eléctricas semanales detalladas en un programa de mantenimiento preventivo.

Las principales actividades a realizarse para perdurar la vida útil de la máquina son:

Limpieza del rotor soplador y el bastidor.

Se debe retirar los restos de tallos acumulados en el bastidor, para evitar que estos se descompongan y pongan en riesgo la vida del ganado y el estado de la máquina. Se recomienda realizar esta limpieza a diario, o por lo menos una vez por semana.

Alineación y afilado de cuchillas y contra cuchilla.

El espacio entre la cuchilla y contra cuchilla se estableció de 1mm a 10 mm, de modo que es importante verificar esta distancia una vez por semana.

Debido al trabajo que realizará diariamente la máquina las cuchillas necesitarán ser afiladas por lo menos

una vez cada 3 meses. Esto es vital para que se produzca el efecto cizalla entre la cuchilla y la contra cuchilla. Pues si no tienen el ángulo adecuado de corte la máquina puede trabarse produciendo daños en los elementos mecánicos y/o eléctricos.

Lubricación y cambio de chumaceras

La lubricación en este elemento mecánico permite que la transmisión de potencia se realice de una forma adecuada, por ello se debe lubricar las chumaceras una vez por mes. Y cambiarlos cada cinco años o cada que presente algún tipo de falla.

Ajuste y cambio de bandas



BANDA EN MOVIMIENTO

El motor se ha colocado sobre una base que permite regular la distancia entre polea y polea, esto es necesario, pues debido al uso la longitud de las bandas aumenta. Se debe chequear, cada mes, que las bandas tengan la tensión adecuada para que el sistema de transmisión cumpla con su función.

Ajuste de pernos y tornillos

Debido a la vibración que se produce en la máquina los pernos y tornillos pueden

desajustarse, por ello se recomienda
revisarlos por lo menos una vez al mes.

Protección eléctrica del motor

Se debe verificar regularmente el
correcto funcionamiento de los
elementos que contiene el sistema de
protección del motor eléctrico,

ANEXO 14

Plan de mantenimiento preventivo

Los distintos trabajos de mantenimiento que deben realizarse en la máquina picadora de tallos de maíz, se resumen en la siguiente tabla:

Tabla: Plan de mantenimiento preventivo

Frecuencia	Partes constructivas de la picadora						Trabajo a realizar
	Rotor picador	Bastidor	Sistemas de transmisión	Protección del motor	Elementos de conexión	Chumaceras	
Semanal	x						limpieza del rotor
		x					limpieza del bastidor
Mensual						x	lubricación de chumaceras
			x		x		ajustes de bandas
							ajustes de pernos y tornillos
				X			verificación de funcionamiento
Trimestral	x						alineación entre cuchilla y contra chuchillas
	x						afilado de las cuchillas
Anual						x	cambio de chumaceras
			x				cambio de bandas

ANEXO 15

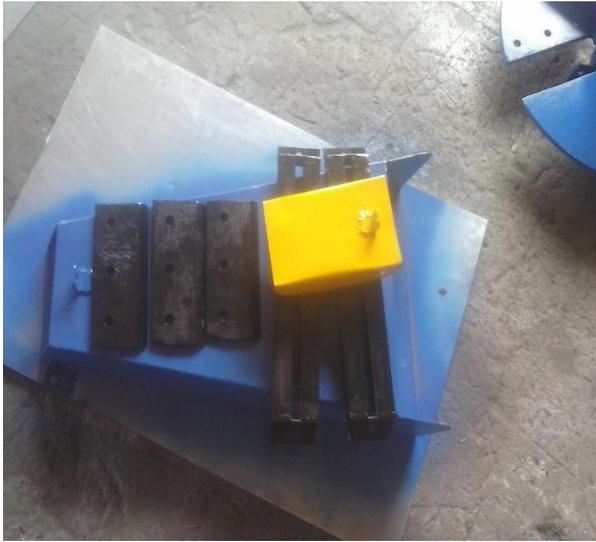
Fotografías de la construcción de la picadora

Elaborado por: Grupo Investigador

Limpieza y pintado de las piezas de la picadora



Rotor picador, cuchillas, bases del motor y tolva de salida de la caña



Ensamble de los elementos mecánicos y eléctricos



Montaje de las cuchillas y contra cuchilla



Máquina picadora automática picadora de tallos de maíz ensamblada en su totalidad



Material picado en las primeras pruebas realizadas.

