



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS-CIYA

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA CORTADORA DE CHIPS DE
NEUMÁTICOS FUERA DE USO**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del título de Ingeniero
Electromecánico

AUTORES:

Agila Aguinda Geovanna Shirley

Bayas Ramos Jefferson Rodrigo

TUTOR:

MSc. Ing. Danilo Fabricio Trujillo Ronquillo

**LA MANÁ-ECUADOR
MARZO-2022**

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros Agila Aguinda Geovanna Shirley, con C.I 1500954183 y Bayas Ramos Jefferson Rodrigo, con C.I. 0504093568, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: “IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA CORTADORA DE CHIPS DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO”, siendo el MSc. Ing. Danilo Fabricio Trujillo Ronquillo, tutor del presente trabajo; y eximamos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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



Agila Aguinda Geovanna Shirley

C.I.: 1500954183



Bayas Ramos Jefferson Rodrigo

C.I.: 0504093568

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA CORTADORA DE CHIPS DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO” de Agila Aguinda Geovanna Shirley, con C.I 1500954183 y Bayas Ramos Jefferson Rodrigo, con C.I. 0504093568, de la carrera 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 Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, marzo 2022

MSc. Ing. Danilo Fabricio Trujillo Ronquillo

C.I.: 180354732-0

TUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA por cuanto, los postulantes: Agila Aguinda Geovanna Shirley, con C.I. 1500954183 y Bayas Ramos Jefferson Rodrigo, con C.I. 0504093568, con el título de proyecto de investigación: “IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA CORTADORA DE CHIPS DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del Proyecto.

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

La Maná, marzo 2022

Para constancia firman:

PhD. Yoandrys Morales Tamayo
C.I.: 175695879-7
LECTOR 1 (PRESIDENTE)

MSc. William Armando Hidalgo Osorio
C.I.: 050265788-5
LECTOR 2

MSc. Johnatan Israel Corrales Bonilla
C.I.: 050314551-8
LECTOR 3 (SECRETARIO)

AGRADECIMIENTO

Queremos agradecer a la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, Unidad Académica Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, carrera de Ing. Electromecánica y a todos los docentes que compartieron sus conocimientos en todo el transcurso de esta etapa académica, especialmente al tutor del proyecto que con su apoyo y orientación se culminó el trabajo de investigación con éxito.

Nos faltan nombres para agradecer, porque han sido muchas personas que han formado de una u otra manera parte de nuestra formación académica las cuales nos brindaron su apoyo moral, motivo por el cual se pudo culminar exitosamente.

Geovanna

Jefferson

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación se lo dedico en primer lugar a Dios, porque gracias a las bendiciones y amor que me ha dado he logrado cumplir una de las tantas metas propuestas en mi vida. A mis padres Hermen y Sandra quienes son el pilar fundamental de mi vida, gracias al amor brindado, el sacrificio, el trabajo y apoyo económico en todos estos años logre llegar hasta aquí, ha sido un orgullo ser su hija. Mis hermanos, abuelitos quienes han sido mi fuente de inspiración sin dejarme que desmaye en la mitad del camino y sobre todo ser mis amigos y compañeros de vida.

Geovanna

Dedico este proyecto investigativo a mis queridos padres, hermanos en especial a mi madre por la motivación y su apoyo moral para lograr este éxito.

Jefferson

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS – CIYA

Título: “Implementación de una máquina cortadora de chips de neumáticos fuera de uso”

Autores:

Agila Aguinda Geovanna Shirley

Bayas Ramos Jefferson Rodrigo

RESUMEN

Para el presente proyecto de investigación se plantea “Implementar una máquina cortadora de chips de neumáticos fuera de uso” con la finalidad de reducir la contaminación ambiental, reciclar y reutilizar los neumáticos desechados. De este modo la implementación de esta máquina mediante unas cuchillas móviles y fijas y a través de un proceso mecánico realiza cortes pequeños de trozos de caucho con unas medidas establecidas, que permite de esta manera la factibilidad de los procesos posteriores. La información necesaria para la investigación y ejecución del proyecto se utilizó referencias científicas como antecedentes bibliográficos sobre cortes de caucho que se encuentran descrita en la fundamentación teórica y metodológica, siendo en estos capítulos donde se describe los factores que influyen y los diversos componentes que son indispensable para la construcción de la máquina, debido a que el resultado obtenido tiene diversos procesos dentro del campo mecánica e industrial. Una vez realizado el diseño de las partes que constituye la máquina se procede a verificar sus características mediante los cálculos y los planos de cada una de las piezas realizados en el programa software Autodesk Inventor que verifica los valores de simulación mediante elementos finitos. Esta máquina cortadora de chips de neumáticos se construyó en beneficio de los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi-Extensión La Maná, siendo de gran ayuda para fortalecer sus conocimientos tanto práctico como teórico.

Palabras clave: Neumático, caucho, cuchillas, chips, software Autodesk Inventor.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

THE MANA EXTENSION

FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES – CIYA

TITLE: “Implementation of a tire chip cutting machine out of use”

Authors:

Agila Aguinda Geovanna Shirley

Bayas Ramos Jefferson Rodrigo

ABSTRACT

For this research project, it is proposed to design and "Implement a tire chip cutting machine out of use" in order to reduce environmental pollution, recycle and reuse discarded tires. In this way, the implementation of this machine through mobile and fixed blades and through a mechanical process makes small cuts of rubber pieces with established measures, which thus allows the feasibility of subsequent processes. The necessary information for the investigation and execution of the project was used scientific references as bibliographical antecedents on rubber cuts that are described in the theoretical and methodological foundation, being in these chapters where the factors that influence and the diverse components that are indispensable are described. for the construction of the machine, because the result obtained has various processes within the mechanical and industrial field. Once the design of the parts that constitute the machine has been carried out, its characteristics are verified through the calculations and the plans of each of the pieces made in the Autodesk Inventor software program that verifies the simulation values through finite elements. This tire chip cutting machine was built for the benefit of the students of the Electromechanical Engineering Career of the Technical University of Cotopaxi-La Maná Extension, being of great help to strengthen their practical and theoretical knowledge.

Keywords: Tire, rubber, blades, chips, Autodesk Inventor software.

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA CORTADORA DE CHIPS DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO”**, presentado por **Agila Aguinda Geovanna Shirley y Bayas Ramos Jefferson Rodrigo**, egresados de la Carrera de: **Ingeniería Electromecánica**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

La Maná, abril del 2022

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
**JOSE FERNANDO
TOAQUIZA
CHANCUSIG**

Mg. Fernando Toaquiza
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 0502229677

INDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	ix
INDICE DE TABLAS.....	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS	xvii
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	xviii
INDICE DE ANEXOS	xx
1. INFORMACIÓN GENERAL.	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
3. RESUMEN DEL PROYECTO	3
4. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	4
4.1. Justificación del proyecto	4
5. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	5
6. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	6

7. OBJETIVOS.....	7
7.1. Objetivo General.....	7
7.2. Objetivos específicos	7
8. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS	7
9. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	8
9.1. Antecedentes.....	8
9.2. Fundamentación teórica.....	9
9.2.1. El caucho.....	9
9.2.2. Elaboración del caucho natural y sintético	11
9.3. La llanta	11
9.3.1. Característica fundamental de las llantas según su perfil	11
9.3.2. Materiales de las llantas	12
9.4. Neumático.....	12
9.4.1. Características de los neumáticos	13
9.4.2. Proceso de diseño de los neumáticos	13
9.4.3. Tipos de neumáticos	13
9.5. Tipos de cubiertas según su carcasa	14
9.6. Tipos de cubiertas según su aplicación.....	15
9.7. Características de las dimensiones de los neumáticos.....	16

9.8. Composición de los neumáticos	17
9.9. Problemática ambiental	18
9.10. Reciclaje de los neumáticos	18
9.11. Empresas de reciclaje en el Ecuador	20
9.11.1. Ecuaplastic	20
9.11.2. Recimax.....	20
9.11.3. Recynter	20
9.12. Herramientas de cortes de neumáticos	20
9.12.1. Herramientas manuales: Cúter	20
9.12.2. Herramientas a motor Sierra de calar	21
9.13. Tipos de máquinas cortadoras.....	22
9.13.1. Descripción de Producto	22
9.13.2. Trituradora de caucho integral	22
9.13.3. Máquina trituradora cortadora.....	23
9.13.4. Máquina cortadora de neumáticos.....	24
9.14. Descripción de la máquina.....	24
9.15. Selección de la mejor alternativa	26
9.16. Normas aplicadas para la construcción de la máquina	28
10. METODOLOGIAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	30
10.1. Tipo de investigación.....	30

10.1.1.	Investigación bibliográfica	30
10.1.2.	Investigación formativa	30
10.1.3.	Investigación Descriptiva	30
10.2.	Hipótesis del proyecto	31
10.3.	Pregunta científica	31
10.4.	Diseño mecánico: ecuaciones y cálculos	31
10.4.1.	Diseño de la máquina	31
10.4.2.	Primicias para el diseño y construcción	32
10.4.3.	Estructura metálica o Bastidor	32
10.4.4.	Eje.....	33
10.4.5.	Cálculo del diámetro del eje	33
10.6.	Momento Torsor	36
10.7.	Contrapeso	37
10.8.	Cuchillas	37
10.8.1.	Características del metal de la cuchilla	37
10.8.2.	Porta cuchillas	38
10.9.	Tapa Inferior de Corte.....	39
10.10.	Tapa Superior de Corte	39
10.11.	Elementos de transmisión	39
10.11.1.	Chumaceras	40

10.11.2.	Cálculo de esfuerzos en chumaceras	40
10.12.	Selección de motor de inducción	41
10.13.	Cálculo de bandas y poleas	42
10.14.	Selección de la sección transversal de la banda.....	43
10.15.	Arco de contacto	44
10.16.	HP por banda y factor de corrección de longitud.....	45
10.17.	Elementos Eléctricos.....	45
10.18.	Conexión del motor de inducción	46
10.19.	Máquina ensamblada	46
10.20.	Cálculo de la fuerza sobre la cuchilla	47
10.21.	Velocidad angular aplicada a la polea conducida.....	47
10.22.	Factor de servicio	48
10.23.	Cálculo de la potencia ante sobrecarga	48
10.24.	Factor de carga del disco contra peso	49
10.25.	Cálculo de fuerzas sobre el eje y reacciones sobre chumaceras	49
10.26.	Torque sobre la cuchilla.....	52
10.27.	Especificaciones técnicas del molino cortador de caucho	52
10.28.	Motor eléctrico trifásico de potencia 3 hp	53
10.29.	Componentes del molino	53
10.30.	Normas de seguridad.....	54

11. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	55
11.1. Análisis y discusión	55
11.2. Análisis de elementos finitos	57
11.2.1. Eje.....	57
11.2.2. Porta cuchilla.....	58
11.2.3. Bastidor	58
12. PRESUPUESTO DEL PROYECTO	59
13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
13.1. Conclusiones:.....	61
13.2. Recomendaciones:	61
14. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	62
15. ANEXO	66

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Beneficiarios directos de la institución.....	5
Tabla 2. Beneficiarios indirectos del Cantón La Maná	5
Tabla 3. Actividades y sistemas de tareas en relación con los objetivos.....	7
Tabla 4. Componentes básicos de un neumático	18
Tabla 5. Descripción de Máquina de cortar bloques de caucho de neumáticos	22
Tabla 6. Descripción de Máquinas cortadoras.....	23
Tabla 7. Valor de confiabilidad	35
Tabla 8. Valores de Kf para chaveteros.....	35
Tabla 9. Acero D2	38
Tabla 10. Cálculos para la Fuerza sobre la cuchilla	48
Tabla 11. Factor de servicio	48
Tabla 12. Pruebas realizadas	55
Tabla 13. Tabla de frecuencia.....	56
Tabla 14. Lista de materiales	59
Tabla 15. Materiales de pintura	59
Tabla 16. Gastos varios	60
Tabla 17. Gasto total.....	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Árbol de caucho Hevea Brasiliense	10
Figura 2. Clones de caucho.....	10
Figura 3. Comparación de la cubierta diagonal con la radial	15
Figura 4. Tipos de cubiertas según su aplicación	16
Figura 5. Características de las dimensiones de los neumáticos	17
Figura 6. Máquina de cortar los bloques de caucho de neumáticos	22
Figura 7. Trituradora de caucho integral	23
Figura 8. Máquina trituradora cortadora.....	24
Figura 9. Máquina cortadora de neumáticos	24

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Diagrama de bloque.....	31
Imagen 2. Estructura metálica	33
Imagen 3. Momento flector máximo	36
Imagen 4. Eje del molino.....	36
Imagen 5. Contrapeso	37
Imagen 6. Cuchillas	37
Imagen 7. Porta cuchillas.....	38
Imagen 8. Ensamble de la cuchilla	39
Imagen 9. Porta cuchillas.....	39
Imagen 10. Chumaceras	40
Imagen 11. Polea de 2 ½”	41
Imagen 12. Polea de 17.78 cm.....	43
Imagen 13. Placa del motor	45
Imagen 14. Acople de polea a motor.....	46
Imagen 15. Conexión Delta del motor 3~	46
Imagen 16. Máquina ensamblada	47
Imagen 17. Diagrama de Fuerzas	50
Imagen 18. Distancias entre Fuerzas	50
Imagen 19. Chuchilla del molino vista frontal	52

Imagen 20. Chips de caucho.....	55
Imagen 21. Resultado final de las tiras de caucho.....	57
Imagen 22. Simulación de cargas de eje.....	57
Imagen 23. Simulación de las cargas de porta cuchillas	58
Imagen 24. Análisis estático del bastidor	58
Imagen 25. Construcción de la estructura de la máquina	68
Imagen 26. Soldadura de las cuchillas	68
Imagen 27. Colocación de la base del motor.....	68
Imagen 28. Ubicación de los componentes en el eje.....	68
Imagen 29. Medidas de las tiras de caucho de 5 m de largo.	68
Imagen 30. Máquina cortadora de chips culminada.....	68
Imagen 31. Resultados obtenidos	69
Imagen 32. Pruebas realizadas.....	69

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Elementos físicos del material de construcción del Eje.....	66
Anexo 2. Propiedades físicas del material del eje	66
Anexo 3. Selección de banda.....	66
Anexo 4. Factor de corrección de superficie	67
Anexo 5. Propiedades típicas de los aceros	67
Anexo 6. Factor de corrección.....	67
Anexo 7. Fabricación de la máquina	68
Anexo 8. Currículum vitae del primer investigador	70
Anexo 9. Currículum vitae del segundo investigador	71
Anexo 10. Currículum vitae del docente tutor	73
Anexo 11. Planos de la Máquina	75

1. INFORMACIÓN GENERAL.

Título del Proyecto:

“Implementación de una máquina cortadora de chips de neumáticos fuera de uso”

Fecha de inicio:

Octubre del 2021

Fecha de finalización:

Febrero del 2022

Lugar de ejecución:

Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión
La Maná

Unidad académica que auspicia:

Facultad de Ciencias de la Ingeniería y
Aplicadas CIYA

Carrera que auspicia:

Ingeniería Electromecánica

Proyecto de investigación vinculado:

La transferencia tecnológica sustentable como
eje fundamental para el desarrollo socio
económico y la vinculación social

Equipo de trabajo:

Tutor del Proyecto:

MSc. Ing. Danilo Fabricio Trujillo Ronquillo

Postulante:

Srta. Agila Aguinda Geovanna Shirley
Sr. Bayas Ramos Jefferson Rodrigo

Área de conocimiento:

Ingeniería, Industria y Construcción

Línea de investigación:

Procesos Industriales

**Sub líneas de investigación de la
carrera:**

Diseño, construcción y mantenimiento de
elementos, prototipos y sistemas
electromecánicos

Núcleo Disciplinar:

Desarrollo de tecnología y procesos defabricación

2. INTRODUCCIÓN

En la actualidad en Ecuador se desechan anualmente millones de neumáticos, una parte de ellos son reutilizados en el reencauchado y en la mayoría terminan arrojados en basureros, calles, ríos o incinerados, siendo una situación crítica que persiste en el país generando problemas ambientales debido a la falta de presupuesto para la compra de maquinarias por su elevado costo y su capacidad de abastecer el gran volumen de neumáticos que se desechan mensualmente.

Los neumáticos están dentro de los materiales no biodegradables (de origen orgánico, no se descompone por sí solo), compuesto principalmente de caucho (natural o sintético) que lleva unos alambres de acero trenzados que contiene rigidez, además, llevan unas telas en la carcasa siendo de acero y las que van en la zona interna suelen ser de nylon, rayón o poliéster.

En los mercados se observa una enorme cantidad de productos de reciclaje una de estas son las llantas que cuando pierden sus propiedades no pueden ser reutilizados en el servicio automotor, aunque existen varias soluciones viables de reciclaje una de ella fisicoquímico o mecánico en el que se somete un material utilizado a un tratamiento para obtener una materia prima y poner en circulación su nuevo uso.

El primer proceso puramente mecánico es la trituración mecánica debido a que sus resultados son de alta calidad limpios de toda impureza, siendo casi siempre, el primer paso previo para los diferentes métodos de recuperación y rentabilidad de los residuos neumáticos, seguido de ello el corte en tiras, la disminución del tamaño y por último la pirolisis o termólisis.

El presente trabajo de tesis está enfocado en la realización de una máquina cortadora de chips de neumáticos fuera de uso en el que pretende utilizar distintos métodos y herramientas de la Ingeniería Electromecánica para el diseño del modelo y los planos detallados de la máquina con sus respectivos cálculos, estableciendo los parámetros básicos que se requiere. En el que se estudiarán los diferentes procesos que tienen los neumáticos para llegar a obtener un polvo de caucho. Por último, se realizarán pruebas para el correcto funcionamiento de la máquina, así como, el análisis económico del proyecto, dando a conocer que el uso de la máquina es muy rentable.

3. RESUMEN DEL PROYECTO

El presente trabajo de investigación da a conocer la implementación de una máquina neumática cortadora que tiene como finalidad realizar un corte mecánico reduciendo a menor volumen la tira de neumático previamente cortada el cual daría como resultado un chip (trozo de neumático de menor tamaño para ser colocado en la granuladora). Tiene como objetivo reusar y reciclar llantas deterioradas y fuera de uso, evitando la acumulación de llantas en los parques, puentes o botaderos en donde se procrean los mosquitos que dan paso al contagio de enfermedades, el cual afecta a las personas, y de esta manera crear un impacto positivo en el medio ambiente y el cantón “La Maná”.

Son distintos los mecanismos para realizar el corte del neumático que tendrá una medida de 3cm de largo y de 3cm de ancho, sin embargo, posterior a la revisión bibliográfica se elegirá la mejor alternativa en cuanto al costo de la implementación y utilización de los materiales con el cual se construirá la máquina. Además, para el diseño de la estructura y los elementos que conforma la máquina se utilizará el Software Autodesk Inventor, ya que este programa permite simular el comportamiento de sus componentes. Así mismo, para obtener un resultado positivo del control y su operatividad, se realizan ensayos de pruebas, debido a que el resultado de este proceso, es decir que el material que se obtenga será introducido en la máquina trituradora en donde se observara los productos que se pueden producir a partir de su resultado.

Con la implementación de esta máquina se pretende beneficiar no solo a la sociedad sino también a la Carrera de Ingeniería Electromecánica. A su vez, este proyecto ayuda a regenerar las llantas aminorando el espacio y convirtiéndolas en productos útiles derivados de neumáticos.

4. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Justificación del proyecto

El proyecto de investigación tiene como incentivo principal implementar una máquina cortadora de chips de neumáticos fuera de uso para el beneficio ambiental y de las personas en vista de la necesidad que requiere reciclar y reutilizar los neumáticos fuera de uso (NFU) que ya no son utilizadas por las personas generando una gran problemática, el cual es necesario dar una solución a este problema en él que es difícil resolver debido a la falta de presupuesto y conocimiento que llevan a realizar este tipos de máquinas.

Debido a esta carencia, este proyecto se justifica teniendo en cuentas diversos factores que deben ser mejorados para hacerlo más amigable con el ambiente y por ende con la sociedad junto a los estudiantes, en el cual desarrollaran habilidades en cuanto al manejo y uso de esta máquina realizando práctica relacionadas con su perfil profesional. Este proyecto se implementa porque se observó el gran potencial y aprovechamiento que tienen las llantas como materia prima en el que se pretende dar nuevas aplicaciones para su uso.

De modo que esta implementación tiene como objetivo dar una solución aplicada a la necesidad que se requiere dentro del campo ambiental e industrial, la construcción de la maquina dará como resultado el llamado “chips”, que es un corte mecánico que genera un menor volumen con dimensiones de (3 cm a 5 cm) utilizados en máquinas granuladora o pulverizadoras el cual lo llevan a trozos más pequeños en donde se puede determinar los beneficios que brinda esta área de ingeniería.

Por esta razón, esta implementación tendrá un impacto positivo en la sociedad con la disminución de las llantas ya su vez en la carrera de Ingeniera en Electromecánica, debido a que los estudiantes podrán hacer uso de esta máquina poniendo en práctica su conocimiento y mejorando sus habilidades técnicas.

5. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Beneficiarios Directos

Los beneficiarios directos del proyecto serán los estudiantes de la Carrera Ingeniería en Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, los cuales son un total de 298 estudiantes 286 hombres y 12 mujeres, que podrán ser uso de la máquina y adquiriendo de esta manera un mejor conocimiento en la parte técnico - práctico que ayudará al estudiante a mejorar sus habilidades.

Tabla 1. Beneficiarios directos de la institución

Hombres	Mujeres	Total
286	12	298

Fuente: Por autores del proyecto (2022)

Beneficiarios Indirectos

Los beneficiarios indirectos del proyecto son los pobladores del Cantón La Maná, el total de los habitantes 42.216 se cuenta con 21.420 hombres y 20.796 mujeres, ya que el acoplamiento total del proceso mecánico de recuperación de NFU puede generar empleo y un emprendimiento que se dedique a la trituración de neumáticos fuera de uso (NFU) dándoles una segunda vida útil.

Tabla 2. Beneficiarios indirectos del Cantón La Maná

Hombres	Mujeres	Total
21,420	20,796	42,216

Fuente: Por autores del proyecto (2022)

6. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En la actualidad se observa que los desechos de neumáticos de maquinarias o vehículos deterioradas muestran problemas medioambientales que es evidente encontrar en las vías públicas, terrenos abandonados y distintas mecánicas, los cuales contaminan el medio ambiente siendo este un depósito en donde se procrean enfermedades debido a la reproducción de mosquitos e insectos, puesto a que, es difícil poder desecharlos porque no son biodegradables.

Este fenómeno toma mayor relevancia debido al tamaño y textura de la llanta por lo que no es una prioridad para la sociedad, siendo la creciente de una tasa de neumáticos abandonados, aun cuando distintas autoridades han tomado carta sobre el asunto este campo es muy poco aprovechado hasta la actualidad, así mismo existen distintos factores que lo dificultan, una de ella es la parte económica.

El costo de estas maquinarias es algo elevado que no está al alcance de varias personas y optan por quemarlos, al quemarlos producen gases como monóxido y dióxido de carbono, siendo el último gas que se queda en la atmósfera que no permite la salida del calor al espacio, lo cual provoca el efecto invernadero, de forma que la temperatura de la tierra aumenta perjudicando así la vida de los seres humanos y la naturaleza.

Por lo antes mencionado, la carrera de Ingeniería Electromecánica de la UTC extensión La Maná está desarrollando un proyecto formativo relacionado con el reciclado de NFU, en áreas de promover la investigación de los estudiantes, así como motivar a la integración teórico- práctico de los contenidos aprendidos en las clases, aunado a generar soluciones electromecánicas que beneficien a la comunidad en general del cantón La Maná. Por tal motivo, surge el interés de implementar una máquina cortadora de chips de neumáticos cortados con el fin de aprovecharlo como materia prima para poder triturarlo o pulverizarlo según sea el requerimiento de uso, dándole un nuevo uso a un desecho sólido que impacta negativamente en la población.

7. OBJETIVOS

7.1. Objetivo General

Implementar una máquina cortadora de chips de neumáticos fuera de uso, en la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión "La Maná".

7.2. Objetivos específicos

- Desarrollar una solución alternativa para evitar la acumulación de neumáticos en desuso.
- Diseñar y construir la máquina prototipo cortadora de chip de neumáticos utilizando los elementos y materiales adecuados.
- Modelar y verificar mediante elementos finitos la máquina prototipo utilizando el Software Autodesk Inventor.
- Verificar el funcionamiento de la máquina a través del resultado proveniente de la puesta a marcha.

8. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS

Tabla 3. Actividades y sistemas de tareas en relación con los objetivos.

Objetivos	Actividad	Resultado de la actividad	Medios de verificación
Desarrollar una solución alternativa para evitar la acumulación de neumáticos en desuso.	-Recopilación de información necesaria sobre el análisis de las consecuencias que se tiene al no reciclar las llantas en desuso. -Dar una solución alternativa que sea amigable con el medio ambiente.	Implementar una máquina cortadora de chips de neumáticos fuera de uso.	-Se utilizó una metodología investigativa para conocer el estado con respecto al desuso de llantas. -Planificar distintas estrategias de solución para el medio ambiente
Diseñar y construir la máquina prototipo cortadora de chip de neumáticos utilizando los elementos y materiales adecuados.	-Observar los planos mecánicos y eléctricos que conforma la máquina prototipo. -Desarrollar la construcción de la máquina prototipo utilizando los	-Revisar las medidas y el ensamblaje que tiene la máquina prototipo. -Comprobar que las piezas estén ajustadas de la	-Se utilizó una metodología investigativa para obtener los precios de los materiales de la máquina prototipo. -Se utilizó una metodología

	materiales requeridos por el estudiante.	máquina prototipo.	descriptiva en donde se observó manuales para el diseño de la máquina dejando fluir el ingenio del estudiante.
Modelar y verificar mediante elementos finitos la máquina prototipo utilizando el Software Autodesk Inventor.	-Modelar los componentes que conformara la máquina prototipo. -Simular aplicando método de elementos finitos	-Modelado del diseño de la máquina prototipo culminada. -Listado de los componentes modelado de la máquina prototipo.	-Se utilizó una metodología experimental antes de construir la maquina prototipo.
Verificar el funcionamiento de la máquina a través del resultado proveniente de la puesta a marcha.	Examinar el funcionamiento y la medida de corte de salida que tendrá la máquina cortadora.	Verificación de las medidas del corte de las tiras del caucho.	Se utilizó una metodología experimental para verificar el correcto funcionamiento de la máquina prototipo.

Fuente: Por autores del proyecto (2022)

9. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.

9.1. Antecedentes

Actualmente a nivel mundial se desechan millones de neumáticos fuera de uso (NFU), estos son catalogados por la Unión Europea como residuos tóxicos y peligrosos. El Ministerio del Ambiente lanzó el proyecto Llantón 2018, a fin de retirar los neumáticos usados de los sitios de disposición final (rellenos sanitarios) y fomentar la reutilización y reciclaje de ese tipo de desecho (Telégrafo, 2018).

Los neumáticos figuran entre los contaminantes de plásticos más habituales del planeta, un estudio de 2017 publicado en el International Journal of Environmental Research and Public health. Más de tres millones de llantas han sido recicladas y reutilizadas en Ecuador desde el 2018, como parte de una solución a esta problemática Ecuador busca reutilizar los neumáticos utilizados, de forma que no se conviertan en un residuo más, afectando gravemente al medioambiente. La corporación Seginus está detrás de esta iniciativa, protagonizando el primer sistema colectivo sin fines de lucro que articula la cadena de reciclaje de neumáticos usados, comprometidos para que el ciclo de las llantas no termine y

transformándolas en energía, pisos, material para artesanos y más (El Universo, 2021).

Por ello a diario se puede observar que una de las problemáticas medioambiental y sanitario más difícil de manejar son las llantas fuera de uso que después de su vida útil se convierten en almacenaje para la propagación de mosquito convirtiéndose de esta manera un problema grave dentro de la sociedad.

La empresa Eco Green Equipment es el líder mundial en sistemas rentables de reciclaje de llantas llave en mano que brindan un rendimiento de producción y una rentabilidad óptima a los costos más asequibles de la industria para TDS (triturados derivados de neumáticos), virutas sin cables, mantillo de caucho, caucho granulado y polvo de caucho fino, que se utilizan en una variedad de aplicaciones en todo el mundo (ECO GREEN, 2019).

Debido a que la tecnología cada vez más está avanzando se observa ahora en la actualidad varios tipos de máquinas que cumplen diferentes procesos y funciones, pero todas con un mismo objetivo que es darles un nuevo uso a las llantas. De tal manera que se investigó el “Diseño de un prototipo de máquina de corte lineal para caucho mediante el proceso de reciclaje de neumáticos en el Cantón la Maná”, aplicando el software SolidWorks donde se elaboró el prototipo que está diseñado de tal manera que su estructura motor y demás componentes son los adecuados, es decir que a medida que va a trabajar esto no sufrirá deformaciones o averías porque están dimensionados para cumplir el objetivo principal el cuál es cortar los neumáticos a 40 mm de ancho.

9.2. Fundamentación teórica

9.2.1. El caucho

El caucho procede de Sudamérica, los pueblos indígenas de esa parte del mundo ya sabían sacar provecho de la madera que llora; así se llamaba el árbol del que extraían el caucho. Recogía la savia de este árbol haciéndole en la corteza una incisión, en forma de espiral descendente (García-Borrón, 2019).

Serna Mendoza (2021) menciona que: En 1730 Charles Marie de la Condamine realiza la primera descripción detallada de carácter científico. Este francés quien, recorrió varios años el Perú y el Ecuador, envía muestras a la Academia de Ciencia Francesa con la siguiente descripción: “crece en la provincia de Esmeralda un árbol llamado por los naturales “Heve” o “Hieve”, escurre con solo un corte un líquido blancuzco parecido a la leche, el cual se coagula

y se endurece poco a poco con el aire que se encuentra en la orilla del río Amazonas, donde el árbol se ha llamado “Caucho” por los indígenas.

El diámetro de un árbol de caucho no debe ser menor de 15 centímetros, sino de 1.30 de altura y para poder sangrarlo debe tener 47 centímetros de diámetro. Esta secreción es recogida en vasos colgados del árbol en donde se añade amoníaco como conservante. De tal manera que el caucho se emplea para fabricar neumáticos debido a que es uno de los componentes principales.

Figura 1. Árbol de caucho *Hevea Brasiliense*



Fuente: Tomado de (Caucho, s. f.)

El INIAP dispone de dos clones de caucho:

CDC 312 y FDR 5788 los cuales poseen resistencia genética al mal suramericano de las hojas, causado por el hongo *Microcyclus ulei*, una gran oportunidad para fomentar el cultivo, por su resistencia y adaptación a las condiciones climáticas de las diversas zonas cauchicultoras del país, además cuenta con valiosa información, producto de las evaluaciones realizadas en cada una de las investigaciones en ejecución. (INIAP, 2014)

Figura 2. Clones de caucho



Fuente: Tomada de (INIAP, 2014)

“Con estas investigaciones el INIAP busca fomentar el cultivo del caucho, con el fin de general beneficios como el incremento de las fuentes de trabajo, el abastecimiento de materia prima para la industria nacional y la reforestación” (INIAP, 2012).

Para Mencías (2019) los tipos de caucho más utilizados por las industrias del automóvil son:

- Cauchos naturales (NR)
- Polibutadienos (BR)
- Estireno-Butadieno (SBR)
- Polisoprenos sintéticos (IR)

Los diferentes tipos de caucho poseen algo en común. Todos después de ser vulcanizados, pueden llegar a ser muy duraderos. (p. 104)

9.2.2. Elaboración del caucho natural y sintético

El caucho sintético se puede producir en cualquier parte lugar donde se tenga las instalaciones necesarias lo que permite que su producción este mucho más extendida entre los países del mundo.

El caucho natural sobresale por su gran flexibilidad, buen aislamiento eléctrico, bajo razonamiento interno y resistencia a la mayoría de ácidos y sales inorgánicas y a los álcalis. Según cifras del Internacional Rubber Study Group, “la producción mundial de caucho está distribuida así: 40% para el caucho natural y 60% para el caucho sintético”.

9.3. La llanta

Según (Mencias, 2019):

Es una pieza circular y metálica de la rueda es el esqueleto del neumático, su forma varía en función del tamaño, diámetro y tipo del vehículo. Se encuentra en el centro de la rueda que sostiene al caucho que se envuelve alrededor de la ella y a su vez se coloca un neumático que une al vehículo. Su función es dar soporte al neumático para que se mantenga su forma al rodar. Las llantas pueden especificar el exterior del caucho dependiendo del país.

9.3.1. Característica fundamental de las llantas según su perfil

Mencias (2019) establece que las características fundamentales de las llantas según su perfil son:

- **Pestaña:** es la zona de la llanta donde se apoya lateralmente el talón de la cubierta.

- **Asiento de talón:** zona sobre la que se apoyan los talones de la cubierta.
- **Base:** zona de la llanta comprendida entre ambos asientos del talón.
- **Orificio:** para la salida de la válvula la llanta presente una abertura que permite el montaje y salida de la válvula.

9.3.2. Materiales de las llantas

Existen diferentes métodos para la manufactura del proceso de fabricación, construcción y preparación de las llantas de caucho. “La llanta recibe la fuerza de la transmisión a través de una unión atornillada al buje y sobre ella se monta el neumático. Los tipos fundamentales de las llantas son de acero estampado y las de aleación ligera” (DAVID, 2016, p. 136).

Según (Reynolds, 2017):

Las llantas de gomas son las más usadas por los automóviles en todo el mundo y conocido como un “recurso natural”. Son un material local en toda el área densamente poblada en el planeta que pueden ser utilizadas como se encuentran si modificación alguna o llevarlas a diferentes procesos para su reutilización.

9.4. Neumático

La primera llanta neumática o con aire fue patentada en 1846 por el ingeniero Robert W. Thomson quien patento su invento, sin embargo (Veiga, 2020) dice que:

En 1888 el veterinario e inventor escoses, John Boy Dunlop, desarrollo el primer neumático con cámara de aire para el triciclo de su hijo de nueve años de edad usaba para ir a la escuela por las calles bacheadas de Belfast. Con el tiempo se convirtió en un éxito comercial y llegando hacer un elemento importante para el rodamiento de los vehículos. Por ello la construcción del neumático ha mejorado con la finalidad de brindar una estabilidad adecuada del automóvil al ser el único punto de contacto con el suelo. El neumático es uno de los materiales alternativos interesante debido a que es una importante fuente de recurso que puede utilizarse en diferentes formas, de igual manera se puede observar diferentes tipos de neumáticos siendo el más usual en los automóviles ya que proporcionan a larueda una banda neumática. Estas generan ruido dependiendo del diseño, dibujo y composición.El material más usado es el caucho tanto sintético como natural.

Los neumáticos de caucho natural superan en prestaciones a los sintéticos salvo a altas velocidades en las que estos soportan mejor fenómenos vibratorios. Tantos unos como otros se mezclan con otros componentes en su fabricación como negro de humo, azufre, aceites, etc. con los cuales se consiguen las características definitivas. Sus principales funciones son transmitir la potencia motriz y del freno contra el suelo, guiar la trayectoria del vehículo y soportar la carga (Calvo, 2021, p. 194).

9.4.1. Características de los neumáticos

Según Calvo, (2021) las características que debe reunir aún neumático son:

- Adherencia ante distintos tipos de suelo sobre seco y mojado.
- Comportamiento en recta y curva.
- Baja resistencia a la rodadura para obtener un bajo consumo de combustible
- Durabilidad y uniformidad en cuanto al desgastes
- Absorción de vibraciones y baja sonoridad.

9.4.2. Proceso de diseño de los neumáticos

Estos diseños se realizan mediante ordenador con paquetes de elementos finitos en donde una vez diseñadas se realizan pruebas sobre bancos de simulación realizando ensayos no destructivos puesto a pruebas en varias condiciones de terreno y climatología. Estas deben cumplir determinadas características de construcción y diferentes normativas de seguridad.

9.4.3. Tipos de neumáticos

9.4.3.1. Cámara

Es un elemento de goma que almacena el aire y da forma al neumático. En la actualidad la mayoría de los neumáticos son sin cámara (tubeless) tienen la ventaja de repararse sin cambiar la cubierta.

- **Neumático Tubetype:** emplean una cámara y llanta específica para ello, se usan en vehículos agrícolas, todoterrenos y motocicletas.
- **Neumático Tubeless:** no emplean ningún tipo de cámara, prácticamente se usa en todos los vehículos.
- **Neumático semi-neumáticas:** compuesto por goma, se observa en vehículos como

carretillas.

9.4.3.2. Válvula

Es el elemento por el que el neumático se infla y mantiene la presión. Los diferentes fabricantes de cámaras ofrecen para cada medida de rueda la cámara que corresponde y con los diferentes tipos de modelos de válvulas, el más común el de las bicicletas.

9.4.3.3. Cubierta

Es la parte principal del neumático que tiene una carcasa que le confiere resistencia soportando los esfuerzos de la carga, estas están formadas por capas de tejidos de cuerdas engomadas y a su vez se compone de material flexible por lo que dependen de cada tipo de construcción.

9.4.3.4. Cintura

Formada por varias capas de lonas que se encuentran en el perímetro de la banda de rodadura. Estas evitan la acción de los choques e impide la separación de los hilos de carcass cumpliendo la función de dar estabilidad a la cubierta soportando a su vez la carga.

9.5. Tipos de cubiertas según su carcasa

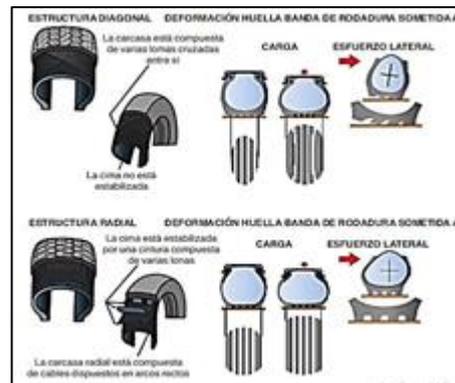
- **Cubiertas diagonales**

Prestan de un armazón compuestos de tejido alterno y cruzado en forma diagonal, se encuentran en la parte superior del neumático aportando mayor rigidez y siendo débil en la estabilidad lateral.

- **Cubierta radial**

Se compone de capas de tejidos colocadas en forma radial con la banda circunferencial del neumático. En su parte superior se remata por telas de cables cruzados siendo el flanco más ligero y aportando mayor flexibilidad, durabilidad y seguridad al calentarse menos.

Figura 3. Comparación de la cubierta diagonal con la radial



Fuente: Toma de (Bautista, 2017)

9.6. Tipos de cubiertas según su aplicación

Según el autor (Bautista et al., 2017)) “las cubiertas, según el uso a que se destinan según uso, deben presentar características internas y de la banda de rodamiento diferentes, por cuyo motivo pueden agrupar-se según su aplicación son las siguientes”.

- **Cubiertas por carretera:** construidas capaces de resistir esfuerzos, calor generado en los recorridos y velocidad. Evitan deslizamientos, utilizados en camiones y autobuses.
- **Cubiertas lisas:** especiales para competición en circuitos con pavimentos secos, capaces de soportar grandes esfuerzos de aceleración, frena y velocidad elevada.
- **Cubierta fuera de carretera:** tiene una carcasa muy resistente a los impactos, la banda es capaz de soportar el trabajo duro sin que se produzca cortes o desgarres. Empeladas en maquinarias.
- **Cubiertas para todo terreno:** se observa en vehículos de trabajos dentro y fuera de la carretera. Son más apropiadas para camiones.
- **Cubiertas para aplicaciones agrícolas:** deben presentar una gran capacidad de tracción y flotabilidad para las ruedas motrices. Para las ruedas del vehículo las cubiertas precisan de propiedades direccionales.
- **Cubiertas para terrenos desérticos:** Se eligen de acuerdo al tipo de suelo que deben rodar.

Figura 4. Tipos de cubiertas según su aplicación



Fuente: Tomada de (Bautista., 2017)

9.7. Características de las dimensiones de los neumáticos

Según (Veiga, 2020, p. 126,127) las dimensiones de los neumáticos se representan de la siguiente forma:

225/50R16 91W

Donde:

El primer número es la anchura seccional nominal del neumático en mm, desde un borde de la banda de rodadura hasta el otro.

El segundo número indica la altura del perfil y se expresa en porcentaje respecto de la anchura. En algunas cubiertas se prescinde del mismo, considerando que equivale a un perfil 80.

La “R” indica que la construcción de la carcasa del neumático es de tipo “radial”. Si por el contrario la construcción fuese de tipo “diagonal” (habitualmente en algunos equipos agrícolas e industriales), se utilizara el símbolo “-”.

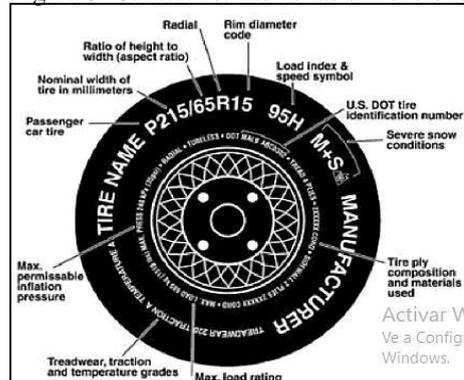
El tercer número es el diámetro de la circunferencia interior del neumático en pulgadas o también, el diámetro de la llanta sobre la que se monta.

El cuarto número indica el índice de carga del neumático. Este índice se rige por unas tablas en que se recoge las equivalencias en kg del mismo. En el ejemplo el índice “91” equivale a 615 kg por cubierta.

La última letra indica la velocidad máxima a la que el neumático

Podrá circular sin romperse o averiarse. Cada letra equivale a una velocidad y en el ejemplo el código “W” supone una velocidad de hasta 270 km/h. En las indicaciones en los laterales del neumático, también se puede leer la fecha de fabricación. Junto a la marca DOT, un grabado de cuatro cifras indica cuando fue creado. Los dos primeros números indican la semana del año, y los dos siguientes, el año de la fabricación. Así, un neumático con el código DOT 4905, fue creado en la 49.^a semana del año 2005.

Figura 5. Características de las dimensiones de los neumáticos



Fuente: Tomada de (Veiga, 2020)

9.8. Composición de los neumáticos

La rueda es un elemento cotidiano y fundamental en los automóviles, sin embargo, muchas personas desconocen que está compuesto un neumático. La principal materia prima de un neumático es el caucho, aunque la mayoría de los fabricantes utilizan una mezcla variable de dos tipos que es el caucho natural y el caucho sintético. La composición de los neumáticos varía en función de su mercado de destino.

Boustani (2018) indica que:

La composición de un neumático no es única, ya que esta cambia en función de las propiedades que presentan los diferentes tipos de neumáticos por ello existen diferentes valores citados en la bibliografía acerca de la composición de estos. Por ejemplos Lutsey et al. evalúa el coste energético a través del análisis del ciclo de la vida de un neumático de 9.1 kg. La composición para un neumático de este tipo es de 26% de caucho sintético (estireno- butadieno), 9% caucho natural, 33% carbón black, 2% sílice, 15% acero, 10% plastificantes, y 5% textiles.

Tabla 4. Componentes básicos de un neumático

Componente %	Automóvil	V. pesado
Elastómero (Natural o sintético)	48	45
Negro de humo	22	22
Acero	15	25
Fibras textiles	5	-
Aditivos (Antioxidante y estabilizantes)	10	8

Fuentes: Tomada de (Sánchez y Guzmán, 2018)

9.9. Problemática ambiental

El continuo crecimiento de productos que causan contaminación ambiental en el mundo cada vez más se va propagando por lo que pone en alerta a varias organizaciones públicas y privadas del país que buscan una manera de proteger el medio ambiente. En los últimos años varios neumáticos fuera de uso se han encontrado en botaderos y calles, debido a esto muy pocas personas no son consiente del daño que causan al planeta.

“En la ciudad de Machala, al relleno sanitario llegan cerca de 333,11 toneladas diarias de desechos, entre ellos pilas, baterías, fluorescente y NFU” (El correo, 2019). Provocando que este sanitario acorte su tiempo de vida útil de estos desechos. Por lo tanto, son muy pocas empresas las que se dedican especialmente al reciclaje de los neumáticos debido a que son considerados desechos especiales. “Los neumáticos que mayormente generan residuos debido a su mayor uso son el rin 13 y 14 de los automóviles, y el rin 15 y 16 de las camionetas” (Espinoza Enríquez et al., 2020, p. 41)

“A nivel mundial existe un aumento considerable del “Parque Automotor”, especialmente en los países desarrollados donde hay un crecimiento económico acelerado”, así lo da a conocer la Asociación Europea de Neumáticos Reciclados (ETRMA, 2020).

“El parque automotor en Ecuador creció en más de 1,4 millones de coches en un período, lo que situó la cifra por sobre los 2,4 millones de unidades a 2018”, informó este viernes 1 de noviembre de 2019 el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2019).

9.10. Reciclaje de los neumáticos

Los neumáticos al final de su vida útil son mucho más que simples residuos son fuente de recursos materiales y energéticos. Son varias las ventajas y beneficios que tienen los neumáticos

al ser procesados en partículas de caucho, por lo que se puede hacer uso de esto en diferentes aplicaciones siendo un material tecnológico, industrial o dentro del campo de la arquitectura son la preparación de materiales constructivos y aislantes o elementos de revestimiento.

“Más de 50 organizaciones, industrias, productores, importadores y artesanos brindan una solución definitiva al problema ambiental en el Ecuador. La meta es llegar a 1.6 millones de neumáticos, reciclados y convertidos en materia prima al final de 2019” (*Aumenta el reciclaje de neumáticos en Ecuador*, s. f.,2019).

Existen una gran variedad de neumáticos utilizados y desechado en el Ecuador cada año que se incrementa de manera exponencial en relación al parque automotor. Más de 1.391 llantas fueron retiradas de laderas, quebradas y centros de acopio, gracias a la colaboración de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales de Bolívar, Tulcán, Espejo, San Pedro de Huaca, Montufar y Mira; siendo Montúfar el mayor recolector. Debido a esto el porcentaje de neumáticos usados recuperados a través del informe de cumplimiento anual del programa de gestión integral de neumáticos usados aprobado para los regulados identificados (64 importadores y 1 productor al 2020), se verificará la recuperación del 4% de neumáticos usados del total del producto vendido (Puesto en el mercado) de cada año hasta el 2025 (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2021)

Sin embargo (EDUARDO et al., 2020, p. 295) dice que existen diversas técnicas que permiten llevar a cabo el reciclaje y/o aprovechamiento energético de los neumáticos fuera de uso:

- Tratamientos mecánicos, donde se procede al triturado del neumático.
- Tecnologías de reducción del tamaño mediante molientes que permiten obtener polvo de caucho que pueden ser mecánicas a temperaturas ambiente, moliendas criogénicas o húmedas.
- Tecnologías de recuperación del neumático: el reesculturado y el recauchado.
- Incineración con recuperación de energía.
- Otras tecnologías como la pirolisis y la termólisis.

9.11. Empresas de reciclaje en el Ecuador

9.11.1. Ecuaplastic

Empresa recicladora de la provincia de Pichincha, muy conocida por la fabricación de tableros ecológicos a base del reciclaje de empaques de tetra-pack, material usado para los envases de leche. Su operación inicia en el año 2008 y hasta ahora ha estado en continuo crecimiento de sus instalaciones para la innovación otros productos como las mangueras de polietileno reciclado y cubiertas Ecopak con base poli aluminio, (polietileno y aluminio) (Ecuaplastic, 2018)

9.11.2. Recimax

Empresa dedicada al reciclaje de material electrónico o desechos tecnológicos, por lo cual su concentración de mercado se localiza en las ciudades de Quito y Guayaquil al tener mayor disponibilidad de adquisición de material tecnológico. Los desechos tecnológicos son tratados y distribuidos a otros centros de producción de dispositivos tecnológicos que deseen reciclar y reaperturar los mismos (Recimax, 2018).

9.11.3. Recynter

Empresa guayaquileña dedicada al reciclaje de material ferroso, perteneciente al grupo empresarial Mario Bravo, ha operado en Guayaquil desde hace 45 años. Su actividad se concentra en la compra de chatarras desechadas de grandes empresas industriales para ser tratadas y distribuidas como materia prima a otros centros de producción (Recynter, 2018).

9.12. Herramientas de cortes de neumáticos

Para realizar diferentes tipos de cortes de neumáticos se puede utilizar herramientas manuales o herramientas a motor ya sea esta eléctrica o mecánica. La decisión de utilizar una herramienta o una máquina depende del material o pieza que se desea cortar. Vizán Viñas (2014) menciona las:

9.12.1. Herramientas manuales: Cúter

Para cortar un neumático fino en horizontal, sin tener que manipular los bordes del hueco interior, se debe realiza con un cúter. El corte se realizará poco a poco, cortando la goma y moviendo el listón según su necesidad. Esta herramienta se emplea comúnmente para el corte

de materiales como papel y plásticos. (pág. 37)

- **Sierra**

Puede ser manual o neumática. La ventaja de utilizar esta herramienta es su accesibilidad a todas sus zonas donde haya que cortar. (pág. 38)

- **Tenazas**

Se utiliza principalmente para cortar trozos de chapas pequeños. En el corte para los neumáticos se considera un poco forzado debido al grosor y textura de la llanta. (pág. 38)

9.12.2. Herramientas a motor Sierra de calar

Es una herramienta de corte eléctrico que permite realizar cortes con precisión de ciertos materiales con diferentes formas de cortes como curvos, rectos o biselados dependiendo del tipo del material. La mayoría de los neumáticos grandes se enhebran con cinturones de acero de soporte.

- **Cillaza**

Es una herramienta normalmente de tamaño mediano o grande que queda fija en una zona determinada del taller y sirve para cortar trozos grandes de diferentes materiales. Este sirve para cortar el cable de acero que se encuentra en el borde del hueco interior del neumático.

- **Alicates de corte diagonal neumáticos**

Esta herramienta es más segura de usar que las tijeras de mano, ya que es antideslizante, diseño de mango y plano bien sellado que reduce la mano de obra. Tiene un pequeño volumen, peso ligero, funcionamiento conveniente, rendimiento fiable, resistencia abrasiva y durabilidad.

9.13. Tipos de máquinas cortadoras

Máquina de cortar los bloques de caucho de neumáticos o trozos de goma

Figura 6. Máquina de cortar los bloques de caucho de neumáticos



Fuente: Tomada de ([Hot Item] Máquina de cortar los bloques de caucho de neumáticos / máquina de cortar trozos de goma / Cortadora de neumáticos, s. f.)

9.13.1. Descripción de Producto

Cortar tiras de neumáticos en el bloque, el tamaño es alrededor de 40*40 mm, alta capacidad de producción, la ISO, SGS, CE. Esta línea de producción incluye la máquina principal y accesorios equipos. Se utiliza para el reciclaje de residuos neumáticos, y el producto final es libre de polvo de caucho de hilos de acero y fibras.

Tabla 5. Descripción de Máquina de cortar bloques de caucho de neumáticos

El tema	La especificación
La potencia del motor	11kw
La velocidad del tornillo principal	420 r/min.
Fuera del diámetro de la segadora	200mm
La dimensión	1130*830*1100

Propósito: Para cortar la tira en el bloque

Fuente: Tomada de ([Hot Item] Máquina de cortar los bloques de caucho de neumáticos/ máquina de cortar trozos de goma / Cortadora de neumáticos, s. f.)

Este tipo de máquina corta medidas demasiado grandes para el propósito que se tiene para el ingreso del caucho a la máquina que ya está construida para completar la línea de reciclado de caucho.

9.13.2. Trituradora de caucho integral

Para triturar todo el neumático (diámetro inferior a 1600 mm) o el neumático de corte en piezas

de 50 mm * 50 mm, que se pueden vender directamente o reprocesar en gránulos de caucho o polvo. Los gránulos de caucho se pueden alimentar directamente al reactor de pirólisis para obtener aceite combustible y negro de humo; el polvo de caucho se puede utilizar para producir nuevos productos de caucho.

Figura 7. Trituradora de caucho integral



Fuente: Tomada de («Trituradora de llantas a la venta - Lista de precios 2020», s. f.)

Tabla 6. Descripción de Máquinas cortadoras

Dispositivo	Potencia aKW		Peso (KG)	Talla M	Tamaño de neumático a triturar (MM)	Superficie ocupada
Máquina cortadora de paredes laterales	7,5	10-60 neumáticos/h	1200	2,9*1,04*1,8	7188	4
Removedor de alambre de acero	18,5	50-60 neumáticos/h	1500	1.5*1,55*1,15	7344	3
Trituradora de caucho integral	55*2+5,5 + 1,5	4t / h	16000	4,5*4*3.5	448800	25

Fuente: Tomada de («Trituradora de llantas a la venta - Lista de precios 2020», s. f.)

El tamaño de la máquina es grande y más costosa además que los trozos de caucho son relativamente grandes no se logra un corte más pequeño del caucho, se necesitan motores grandes para este trabajo en este molino triturador.

9.13.3. Máquina trituradora cortadora

La trituradora de doble eje de la Serie WT puede cumplir con los requisitos de reciclaje de residuos de varias industrias, incluyendo neumáticos de automóviles, madera, alambre, plástico, metal, etc.

Las cuchillas de la trituradora se pueden personalizar según el material que necesite procesar

cortando el material en trozos con gran fuerza.

Figura 8. Máquina trituradora cortadora



Fuente: Tomada de (*Trituradora Industrial De Doble Eje De Madera, Máquina Trituradora De Neumáticos De Plástico - Buy Double Shaft Shredder Machine, Recycle Machines Wood, Tire Recycling Shredder Machine Product on Alibaba.com, s. f.*)

Máquina más robusta más fuerte, requiere mayor inversión y el tamaño es más grande, aunque si se llega a tener trozos de caucho pequeños como los que se desea, pero la inversión es fuerte y se llevaría más tiempo en su construcción.

9.13.4. Máquina cortadora de neumáticos

Esta es la máquina que toma como muestra o ejemplo de lo que realiza en nuestro proyecto de tesis.

Figura 9. Máquina cortadora de neumáticos



Fuente: Tomada de (*Molino de cuchillas - PS - Pallmann Maschinenfabrik – vertical para caucho / de corte fino, s. f.*)

9.14. Descripción de la máquina

Rotor de guillotina especial con diseño abierto y alto momento de inercia.

Canal de alimentación con aletas pendulares para la alimentación guiada del material y la entrada de material dosificado.

La parte superior de la carcasa se abre hidráulicamente para una limpieza rápida y completa y para el cambio de cuchillas.

Alimentación de material manual o por medio de una cinta transportadora.

El tamaño de las partículas viene determinado por el tamaño de la perforación de la criba.

Dispositivo neumático de aspiración para transportar el producto final y el calor resultante

Ventajas:

- Alta tasa de rendimiento.
- Bajo rozamiento y con ello una reducción de tamaño suave de la temperatura.
- Además de las balas de goma, se pueden reducir otros tipos de residuos de goma, como juntas, aislamiento de cables, etc.
- Construcción robusta - diseñada para un funcionamiento continuo.

9.15. Selección de la mejor alternativa

Tabla 7: Selección de la mejor alternativa

Selección de Alternativas para Máquina Cortadora de Chips de Neumáticos Fuera de Uso							
Ponderación de los criterios							
	Peso	Fácil Manufactura	Corte Exacto	Fácil Mantenimiento	Precio	Total	Peso ponderado definido
Peso	0,5		0,5	0,5	0,5	2,00	0,13
Fácil Manufactura	0,5		0,5	1	0,5	2,50	0,17
Corte Exacto	1	1		1	0,5	3,50	0,23
Fácil Mantenimiento	0,5	1	1		0,5	3,00	0,20
Precio	1	1	1	1		4,00	0,27
Total						15	1,00
Calificación de opciones por cada criterio							
Peso	Cortadora de Neumáticos	Removedor de Alambre de Acero	Cortadora de Paredes laterales	Total	Peso relativo		
Cortadora de Neumáticos		0,5	0,5	1	0,50		
Removedor de Alambre de Acero	0		0,5	0,5	0,25		
Cortadora de Paredes laterales	0	0,5		0,5	0,25		
Total				2	1,00		

Fácil Manufactura	Cortadora de Neumáticos	Removedor de Alambre de Acero	Cortadora de Paredes laterales	Total	Peso relativo
Cortadora de Neumáticos		0,5	0,5	1	0,29
Removedor de Alambre de Acero	1		0,5	1,5	0,43
Cortadora de Paredes laterales	0,5	0,5		1	0,29
Total				3,5	1,00

Corte Exacto	Cortadora de Neumáticos	Removedor de Alambre de Acero	Cortadora de Paredes laterales	Total	Peso relativo
Cortadora de Neumáticos		0,5	1	1,5	0,36
Removedor de Alambre de Acero	1		0,5	1,5	0,36
Cortadora de Paredes laterales	1	0,2		1,2	0,29
Total				4,2	1,00

Fácil Mantenimiento	Cortadora de Neumáticos	Removedor de Alambre de Acero	Cortadora de Paredes laterales	Total	Peso relativo
Cortadora de Neumáticos		0,5	0,5	1	0,29
Removedor de Alambre de Acero	1		0,5	1,5	0,43
Cortadora de Paredes laterales	0,5	0,5		1	0,29
Total				3,5	1,00

Precio	Cortadora de Neumáticos	Removedor de Alambre de Acero	Cortadora de Paredes laterales	Total	Peso relativo
Cortadora de Neumáticos		1	1	2	0,71
Removedor de Alambre de Acero	0,2		0,2	0,4	0,14
Cortadora de Paredes laterales	0,2	0,2		0,4	0,14
Total				2,8	1,00

Consolidado de calificación de opciones					
	Peso	Fácil Manufactura	Corte Exacto	Fácil Mantenimiento	Precio
Cortadora de Neumáticos	0,5	0,29	0,36	0,29	0,71
Removedor de Alambre de Acero	0,25	0,43	0,36	0,43	0,14
Cortadora de Paredes laterales	0,25	0,29	0,29	0,29	0,14

Calificación total por opción por criterio ponderado						
	Peso	Fácil Manufactura	Corte Exacto	Fácil Mantenimiento	Precio	Total
Cortadora de Neumáticos	0,067	0,048	0,083	0,057	0,19	0,45
Removedor de Alambre de Acero	0,033	0,071	0,083	0,086	0,038	0,31
Cortadora de Paredes laterales	0,033	0,048	0,067	0,057	0,038	0,24

Fuente: Por autores del proyecto (2022)

9.16. Normas aplicadas para la construcción de la máquina

Para realizar la construcción de un equipo o máquina se debe tener en cuenta la importancia de las normas que se deben aplicar para su correcta y adecuada fabricación, debido a que el sector de la construcción abarca muchas actividades en el sector primario. Para ellos existen las normas ISO e IEC. Las normas ISO e IEC se adoptan ampliamente a nivel regional o nacional y son utilizadas por todas las partes interesadas, tales como fabricantes, organizaciones comerciales, usuarios, consumidores, organismos de certificación, laboratorios de ensayo y autoridades. Dado que esas normas internacionales reflejan la mejor experiencia de la industria de los investigadores, consumidores y autoridades reguladoras de todo mundo y responden a las necesidades comunes en una variedad de países, constituyen en unos de los medios más importantes para eliminar obstáculos técnicos al comercio. La finalidad principal de la Norma ISO 12100 es que los diseñadores dispongan de una estructura y una guía general que les permita producir máquinas que sean seguras para el uso previsto. También proporciona una

estrategia para los normalizadores.

El concepto de seguridad de las máquinas tiene en cuenta la aptitud de una máquina para desempeñar las funciones para las que está prevista durante su ciclo de vida, cuando los riesgos han sido adecuadamente reducidos.

Esta norma es la base para un conjunto de normas que tiene la estructura siguiente:

- **Normas de tipo A:** (normas de seguridad fundamentales) que precisan nociones fundamentales, principios para el diseño y aspectos generales que pueden ser aplicados a todos los tipos de máquinas.
- **Norma de tipo B:** (normas de seguridad relativas a una materia) que tratan de un aspecto de seguridad o de un tipo de protección que condiciona la seguridad, que son válidas para una amplia gama de máquinas:
- **Normas de tipo B1,** que tratan de aspectos particulares de la seguridad (por ejemplo, distancias de seguridad, temperatura superficial, ruido).
- **Normas de tipo B2,** que tratan de protecciones (por ejemplo, mando a dos manos. Dispositivos de enclavamiento, dispositivos sensibles a la presión, resguardos).
- **Normas de tipo C:** (normas de seguridad por categorías de máquinas) que tratan de prescripciones de seguridad detalladas para una máquina particular o para un grupo de máquinas.

Esta norma es una norma de tipo A.

Las materias de numerosos capítulos y apartados esta norma se trata también, de manera más detallada, en otras normas de tipo A o de tipo B. Cuando una norma de tipo C se desvíe de una o más disposiciones en la parte 2 de estas normas, o por una norma de tipo B, la norma de tipo C es prioritaria. Los diferentes tipos de máquinas o equipos están sometidos a distintas formas de peligro debido a esto es necesario conocer y aplicar las normas ISO o IEC para evitar problemas a futuro.

Por lo tanto, las normas que se utilizaron para la construcción de la máquina cortadora de chip fueron las Normas tipo A, tipo B y tipo B1. Estas normas ayudaran a que la máquina tenga una mejor eficiencia y funcionamiento a la hora de operar.

10. METODOLOGIAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Localización

La Maná, es uno de los siete cantones de la Provincia de Cotopaxi. Tiene una superficie total de 66.258 hectáreas. Es el sexto cantón de la provincia de Cotopaxi. La Maná era un recinto que perteneció a la parroquia El Tingo del cantón Pujilí por varios años. El cantón La Maná está localizado en las estribaciones de la cordillera occidental de Los Andes, en la provincia de Cotopaxi. Morfológicamente se ubica sobre una llanura de pie de cordillera formada por depósitos aluviales cubiertas de cenizas y arenas volcánicas de origen desconocido. La cabecera cantonal se asienta sobre una terraza aluvial antigua del río San Pablo (Ubicación geográfica WGS 84: Latitud S0° 56' 27" Longitud W 79° 13' 25", altitud 220 msnm). Tiene varios pisos climáticos que varían de subtropical a tropical (altura variable de 200 y 115 msnm). Está situada a unos 150 km de Latacunga, capital de la provincia.

10.1. Tipo de investigación.

10.1.1. Investigación bibliográfica

Se empleó la investigación bibliográfica para recopilar información teórica del estudio del tema para esto fue necesaria la indagación de varias fuentes como libros, revistas y páginas webs que competen al tema para reunir información suficiente sobre la máquina cortadora ya que por medio de esta información se podrá obtener una visión más clara sobre el tema de estudio.

10.1.2. Investigación formativa

Esta investigación tuvo carácter formativo en vista que a través de la ejecución del mismo se realizó un estudio en el entorno medioambiental del cantón La Maná en el que se puso en conocimiento el proceso de aprendizaje a través de una propuesta que permitió generar el diseño de una máquina cortadora de chips de neumáticos fuera de uso.

10.1.3. Investigación Descriptiva

Se empleó este tipo de investigación por la importancia del tratamiento que tienen los neumáticos fuera de uso en el mundo. De tal manera se realizó para describir los resultados obtenidos.

10.2. Hipótesis del proyecto

La implementación de la máquina reducirá la acumulación de neumáticos en desuso.

10.3. Pregunta científica

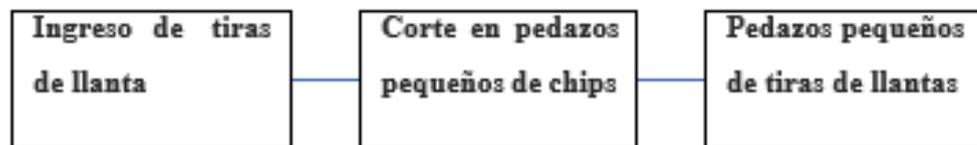
¿Cuál es el beneficio que se obtendrá al implementar una máquina cortadora de chips de neumáticos fuera de uso?

Al implementar una máquina cortadora de chips de neumáticos fuera de uso, beneficiara a la sociedad ya que ayudara al reciclaje por medio de la reducción del tamaño del caucho que luego pasara al siguiente proceso en una máquina trituradora o pulverizadora

10.4. Diseño mecánico: ecuaciones y cálculos

10.4.1. Diseño de la máquina

Imagen 1. Diagrama de bloque



Fuente: Por autores del proyecto (2022)

El primer proceso se procede a ingresar tiras de llantas de 5 m de largo con un ancho de 4 cm y un espesor aproximado de 0.5 mm, luego la máquina se encarga de realizar cortes pequeños llamados chips (corte mecánico) y finalmente se obtuvo los pedazos de cortes con medidas aproximadamente con un largo de 3.9 cm y un ancho de 1 cm.

La construcción de la máquina es menor en comparación con las máquinas que se tienen en las industrias, debido a que es una máquina prototipo de pruebas de laboratorio. El diseño de la máquina se realizó con los parámetros estipulados según las normas “NTE INEN-ISO 12100-1” que garantiza la seguridad y resistencia de los materiales seleccionados que se implementó en la construcción de la máquina para un correcto funcionamiento de los mecanismos con el objetivo de realizar el corte de caucho con la media que se desea obtener. Los diseños de los materiales se demostrarán en los planos que se observan dentro del proyecto en Anexos.

Para el diseño de los distintos elementos que conforma la máquina se utilizó el programa Software “Autodesk Inventor” que a su vez facilita la visualización de cada componente, su

forma y tamaño, así mismo se puede realizar cualquier modificación si es necesaria evitando perdidas de elementos imperfectos durante su ciclo de vida.

10.4.2. Primicias para el diseño y construcción

Para la construcción de la máquina, se debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

Diseño:

- Propiedades físicas y mecánicas de los materiales
- Cálculos de selección de elementos fijos y móviles
- Tablas de selección de elementos móviles y de sujeción
- Propiedades físicas y mecánicas del motor

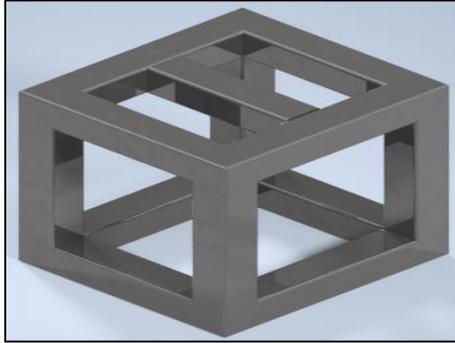
Construcción

- Corte y unión de elementos metálicos para el bastidor
- Fijación de elementos de transmisión y corte al eje
- Acople del eje al bastidor
- Acople del motor al motor y sistema de transmisión
- Conexión eléctricas y protecciones

Tomando en cuenta estas consideraciones, se procede a realizar el orden de ensamble empezando por la construcción del bastidor, sistemas de transmisión y sistemas eléctricos.

10.4.3. Estructura metálica o Bastidor

La estructura metálica es la base donde se va a ubicar y distribuir los elementos que componen la máquina, con las siguientes medidas: 600 mm de ancho y 650 mm de largo y alto como muestra el Anexo , la siguiente está construida con un tubo cuadrado de dimensiones 100x100x5 mm como muestra un modelado renderizado en la figura 10, la cual permite estabilizar los elementos de transmisión evitando vibraciones y movimientos no deseados, ya que al ser un prototipo, necesita estar sobredimensionado para el funcionamiento óptimo, la simulación estática de la estructura se encuentra en el apartado “Resultados” y las propiedades físicas y mecánicas del material.

Imagen 2. Estructura metálica

Fuente: Por autores del proyecto (2022)

10.4.4. Eje

El eje corresponde a la parte primordial del funcionamiento de la máquina, ya que se encuentra instalado los elementos de corte, transmisión y el contrapeso para la estabilidad y reducción de torque, por lo cual se ha considerado los siguientes parámetros de diseño y construcción:

- Fuerza de corte del caucho de neumático: 52.55 N. Este dato fue tomado de un ensayo de desgarro en una probeta de 5.763 mm de espesor:
- La longitud de diseño del eje es de 600 cm, ya que cuenta con la distancia necesaria para ubicación de las chumaceras, polea de transmisión, porta cuchillas y contrapeso
- Acero AISI-SAE 1045, Dureza 163 HB (84 HRb), Esfuerzo de fluencia 310 MPa (45000 PSI), Esfuerzo máximo: 565 MPa (81900 PSI).
- Tratamientos térmicos: se da normalizado a 900°C y recocido a 790°C.
- Velocidad angular de aproximada 1200 RPM en el eje, para conseguir el tamaño requerido de la muestra final.

10.4.5. Cálculo del diámetro del eje

Para el cálculo del diámetro del eje, se considerará la Teoría de la Falla por Distorsión de la energía (Teoría de Von Mises). Ya que permite encontrar un valor adecuado de diámetros en ejes de pequeñas longitudes con esfuerzos de tensión constante, en este caso solo se usa para trabajar con un mismo material. En la ecuación 1 se visualiza la formula reducida del cálculo de diámetro.

$$d = [10.19 N \left[\frac{kf * Mmax^2}{Sn} + 0.694 \left(\frac{T}{Sy} \right)^2 \right]^{1/2}]^{1/3}$$

Donde:

- k_F = Factor de concentración de esfuerzos (Apoyo de havieteros)
- M_{max} = Momento Flector máximo (kgf/mm)
- S_n = Calculo de la Resistencia a la Fatiga T = Momento Torsor (kgf/mm)
- N = Velocidad angular (RPM) S_y = Característica del Acero

Para encontrar el valor de S_n , se aplica la siguiente ecuación:

$$S_n = C_b * C_s * C_r * C_r * S'_n$$

Donde:

- C_b = factor de corrección de temperatura= temperatura ambiente
- $C_b = 1$ Para temp. Ambiente.
- $C_b = 0.8$ Para temp. Entre 100 °C y 200 °C
- $C_b = 0.6$ Para temp. > 200 °C.
- C_s = es el Factor de Corrección por Superficie.

Este valor se obtiene seleccionando la fabricación del eje y se corta la curva en el valor de la izquierda.

C_r = Factor de Confiabilidad funcional

Se obtiene de aplicar la siguiente formula

$$C_r = 1 - AB$$

Donde:

$A = 0.076$ para aceros

B = se obtiene de la tabla siguiente, la cual muestra el valor de confiabilidad que se requiere.

Tabla 7. Valor de confiabilidad

50%	B = 0	95%	B = 1.6
67%	B = 0.44	99%	B = 2.3
84%	B = 1.0	99.99%	B = 3.7
90%	B = 1.3		

Fuente: Por autores del proyecto (2022)

C_o = Factor de corrección por esfuerzos residuales

$C_o = 1.3$ (Material laminado o estirado en frío).

$C_o = 1$ (Materiales con tratamientos térmicos de Normalizado o Recocido)

S_n = límite de fatiga del material ($S'_n=0.5 S_u=0.5*4921 \text{ kgf/cm}^2= 2460,5 \text{ kgf/cm}^2$)

$$S_n = 1 * 0.950.87841 * 2460.5 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$S_n = 2053.24 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Valores de K_f para chaveteros o cuñeros:

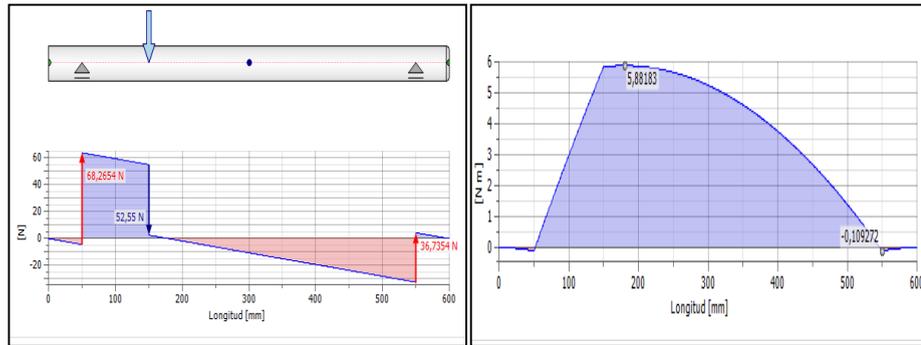
Tabla 8. Valores de K_f para chaveteros

Tipo Chavetero	K_f Flexión	K_f Torsión
Perfil	1.6	1.3
Patin	1.3	1.3

Fuente: Por autores del proyecto (2022)

10.5. Momento flector máximo (M_{max})

El valor de M_{max} viene de encontrarse mediante la fuerza que realiza la cuchilla para realizar el corte (52,55 N) y la distancia que se encuentra distribuida esta fuerza, como muestra el diagrama de fuerza de corte y Momento flector:

Imagen 3. Momento flector máximo

Fuente: Por autores del proyecto (2022)

10.6. Momento Torsor

Este valor se encuentra multiplicando la fuerza cortante (52,55 N) y el valor del radio de salida del motor, en este caso la polea conductora como muestra la ecuación.

$$T = F * r$$

$$TT = 52.55N * 3.175mm$$

$$T=166.84Nmm$$

Encontrado los valores requeridos, se procede a reemplazar en la ecuación

$$d = [10.19 N [(\frac{1.6 * 588}{2053.54})^2 + 0.694(\frac{166.84}{3163})^2]^{1/2}]^{1/3}$$

$$d = 38.2 mm$$

Se procede a trabajar con eje de 38 mm de diámetro, ya que cumple con los valores de diseño propuestos. A continuación se visualiza en la imagen la distribución de los elementos de corte y transmisión en el eje.

Imagen 4. Eje del molino

Fuente: Por autores del proyecto (2022)

10.7. Contrapeso

Disco de acero negro al carbono de masa 5kg, por ende, fuerza de 49 N, elemento empleado en el molino para ganar eficiencia de corte por velocidad angular, ganando estabilidad de torque de corte en cuchilla.

Imagen 5. Contrapeso



Fuente: Por autores del proyecto (2022)

Construido en Placa de acero estructural naval, norma de fabricación NTE INEN 115; Calidad ASTM A131; presentación de acero negro de 30 mm.

10.8. Cuchillas

Las cuchillas permiten el desgarramiento del material a introducir, estas van en una porta cuchillas detalladas en el apartado siguiente, en la figura 15 se muestra la forma de las cuchillas.

Imagen 6. Cuchillas



Fuente: Por autores del proyecto (2022)

10.8.1. Características del metal de la cuchilla

Las cuchillas del molino son maquinadas en Acero D2, acero que tiene las siguientes características técnicas:

Tabla 9. Acero D2

- | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Características: Acero al alto carbón y alto cromo. Dimensionalmente estable de excelente rendimiento al corte y resistencia al desgaste. Especialmente apto para temple al aire. |
| 2. Composición: C (1.5%), Mn (0.35%), Si (0.35%), Cr (11.80), Mo (0.85%), V(0.85%) |
| 3. Normas: SAE/AISI (D2), DIN 1.2379, JIS SKD11 |
| 4. Propiedades físicas: Módulo de elasticidad (30psix106), Densidad: 7695 Kg/m3. |
| 5. Aplicaciones típicas: Estampado y formado, matrices y punzones, troquelado y perforado, rodillos, troquelado fino, dados para acuñado, herramientas de roscado, trituradoras de llantas, partes de desgaste, dados de laminación, insertos para moldes, cuchillas, slitters y cizallas, husillos y puntas para inyección de plástico, cuchillas para molino de plástico, cuchillas para molino de plástico. |

Fuente: <http://sisa1.com.mx/pdf/Acero%20SISA%20D2.pdf>

10.8.2. Porta cuchillas

Es la base donde se coloca las cuchillas, ya que permite un mejor agarre y estabilidad al momento del trabajo de corte, está elaborada de acero de alta resistencia y diseñado para el montaje de tres cuchillas a la vez con separación de 120°. Está elaborado de un acero-1045 de diámetro (76mm), en el cual este mecanizado por la máquina herramienta (torno) el lado derecho para el soporte de pie rodamiento y la parte izquierda para el otro soporte de pie rodamiento y para alojar a la polea de transmisión.

En la parte central están fijados por soldadura eléctrica los soportes de espesor 25mm fijados en forma perpendicular al eje con diseño óptimo para alojar a las 3 cuchillas móviles en sus asientos de espesor de 20mm. Se usan para fijar las cuchillas móviles 2 pernos de 3/8. En el apartado de resultado, se puede visualizar la simulación de elementos finitos de este elemento.

Imagen 7. Porta cuchillas

Fuente: Por autores del proyecto (2022)

En la imagen 8 se muestra el ensamble de la cuchilla con su respectiva porta cuchilla.

Imagen 8. Ensamble de la cuchilla



Fuente: Por autores del proyecto (2022)

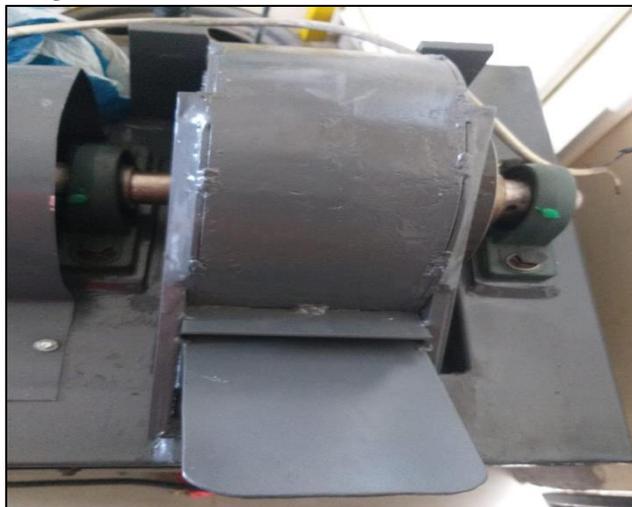
10.9. Tapa Inferior de Corte

Que está fijado al bastidor por medio de 6 pernos, está compuesto de planchas en acero A-36 soldados eléctricamente con electrodo soldadura E-7018, espesor de la placa lateral 15 mm, este componente aloja al eje rotor de cuchillas móviles (3 unidades) así como a las cuchillas fijas (2 unidades).

10.10. Tapa Superior de Corte

Está formada por planchas de espesor 15 mm, 6 mm, 3 mm y 2 mm soldados eléctricamente con electrodo E-7018 y con E-6011 la parte de la entrada de la tolva.

Imagen 9. Porta cuchillas



Fuente: Por autores del proyecto (2022)

10.11. Elementos de transmisión

Los elementos de transmisión son los encargados de generar el giro del eje para efectuar el trabajo de corte, los cuales constan de las siguientes partes:

10.11.1. Chumaceras

Las chumaceras brindan apoyo y estabilidad al eje de rotación, la cual están fabricadas en una estructura rígida de pieza única y de fácil fijación, con material hierro fundido HT200; los anillos y las bolas del balero están elaboradas de acero con cromo GCr15 de la máxima calidad que aseguran una gran durabilidad y bajo desgaste. Estas se encuentran distribuidas en los extremos y mitad del eje.

Imagen 10. Chumaceras



Fuente: Por autores del proyecto (2022)

10.11.2. Cálculo de esfuerzos en chumaceras

El esfuerzo es la intensidad de la distribución interna en cuerpo, de las fuerzas que resisten los cambios propulsados por fuerzas externas. Se mide en unidades de fuerza por unidad de área, una vez determinado las reacciones en las chumaceras, se puede determinar el esfuerzo, para ello se debe tomar en cuenta el área de:

$$\begin{aligned}
 A &= I * I \\
 A &= 5\text{cm} * 17,5 \text{ cm} \\
 A &= 0,05\text{m} * 0,175\text{m} \\
 A &= 8,75 \times 10^{-3}
 \end{aligned}$$

Fórmula de la tensión

Chumacera A:

$$\begin{aligned}
 \sigma &= \frac{RA}{A} \\
 \sigma &= \frac{69.25\text{N}}{8.75 \times 10^{-3}}
 \end{aligned}$$

$$\sigma = 7914.285 \text{ Pa} = 7.914 \text{ Kp}$$

Chumacera B:

$$\sigma = \frac{RA}{A}$$

$$\sigma = \frac{72.85 \text{ N}}{8.75 \times 10^{-3}}$$

$$\sigma = 8325.714 \text{ Pa} = 8.326 \text{ Kp}$$

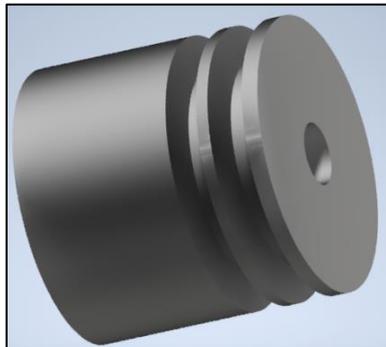
10.12. Selección de motor de inducción

Para la selección de motor, se dispone en consideración las siguientes características de diseño y trabajo:

Velocidad angular

Ya que el eje de transmisión necesitaba cierta velocidad angular, se dispuso a usar un motor 3500 RPM y mediante sistema de transmisión de reducción, se acopló una polea de 2 ½" de diámetro.

Imagen 11. Polea de 2 ½"



Fuente: Por autores del proyecto (202

Lo cual, aplicando la relación de transmisión, se encontró el valor de la polea conductora que transmita la velocidad de trabajo.

Torque

El torque se da mediante el cálculo de la fuerza aplicada detallado en el cálculo del diámetro

del eje.

Potencia

Se calcula con la siguiente formula:

Donde:

$$P = \frac{(F * r * N)}{974}$$

P = Potencia (kW)

F = Fuerza (N)

r = Radio de la ueda conductora

N= Velocidad angular (RPM)

$$P = \frac{(52.25N)(0.03175m)(3500RPM)}{974}$$

$$P = 5.99 kW$$

10.13. Cálculo de bandas y poleas

Para la selección de los elementos de transmisión, se debe encontrar la relación de transmisión a través de la siguiente formula:

$$i = \frac{D2}{D1} = \frac{\omega1}{\omega2}$$

$\omega1$ = Velocidad angular de rueda conductora

$\omega2$ = Velocidad angular de rueda conducida

Para el cálculo de la relación de transmisión, se utilizará las velocidades lineales, tanto del eje de transmisión y la velocidad del motor

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2}$$

$$i = \frac{3500RPM}{1200RPM}$$

$$i = 2.91 = 3$$

Con este valor de relación de transmisión, se procede a calcular la rueda conducida para obtener el valor de diseño de la velocidad angular mediante la siguiente fórmula

$$D_2 = D_1 * i$$

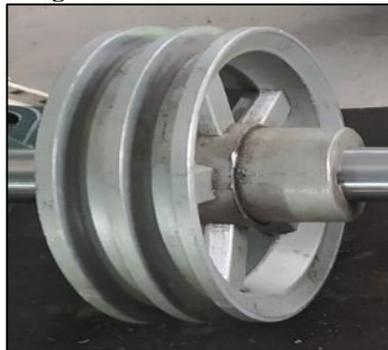
$$D_2 = 2.5" * 3$$

$$D_2 = 7.5" = 19.05cm$$

De esta manera queda distribuido el sistema de transmisión mediante polea, ya que la particularidad principal es que permite transmitir potencia entre sistemas de transmisión a gran distancia, así mismo, alcanzan velocidades altas, requieren de poco mantenimiento y en comparación a otros sistemas de transmisión, son bastante económicas.

Sin embargo, al tener un motor de gran potencia, se necesitó de maquinaria una segunda polea conjunto, de esta manera, se distribuye a la mitad el torque dado por el motor.

Imagen 12. Polea de 17.78 cm



Fuente: Por autores del proyecto (2022)

10.14. Selección de la sección transversal de la banda

La selección adecuada para los requerimientos de diseño es una banda tipo 3V, de acuerdo al diagrama de sección transversal de bandas. Las poleas del motor y del eje del molino tienen un

diámetro aproximado de 4" y 7" respectivamente. Dado las siguientes primicias, se dispone a encontrar la longitud de la banda en el apartado siguiente

RPM del motor: 3500rpm

RPM del eje el molino: 1200rpm

Diámetro polea mayor: 4 pulgadas= 10.16 cm

Diámetro polea menor: 7 pulgadas=17.78 cm

Longitud de la banda

Fórmula:

$$L = 2 * C * \cos\theta + \frac{(\pi D + d)}{2} + \frac{\pi\theta(D - d)}{180}$$

Dónde:

L= Longitud de la banda

C=Longitud de centro a centro

D = Diámetro mayor

d = Diámetro menor

Para lo cual, se tiene que la longitud de centro a centro es 51.5 cm, reemplazando, los datos se obtiene la longitud de la banda.

$$\sin^{-1}\left(\frac{17.78\text{cm} - 10.16\text{cm}}{2(51.5\text{cm})}\right) = 0.074$$

$$L = 2 * C * \cos\theta + \frac{(\pi D + d)}{2} + \frac{\pi\theta(D - d)}{180}$$

$$L = 135.73 \text{ cm} = 53"$$

10.15. Arco de contacto

La polea que afecta directamente en la vida útil de la banda es la del diámetro menor, por ello es necesario determinar el ángulo de contacto sobre esta polea. El cálculo del ángulo de contacto de la banda sobre la polea menor se realiza aplicando la siguiente expresión:

$$A = 180^\circ - \frac{53(D - d)}{C}$$

Dónde:

A es el ángulo de contacto sobre la polea menor, en °

C es la distancia entre ejes de poleas

d es el diámetro de la polea menor

D es el diámetro de la polea mayor

Reemplazando datos se obtiene:

$$A = 180^\circ - \frac{53(17.78cm - 10.16cm)}{51.51cm}$$

$$A = 172^\circ$$

10.16. HP por banda y factor de corrección de longitud

Diámetro de la polea motor, diámetro de la polea del eje, Hp por banda, tamaño de la banda y factor corrección de longitud.

10.17. Elementos Eléctricos

Los elementos eléctricos son los que inducen la movilidad a los elementos de transmisión, el cual consta de un motor trifásico conectado de manera Delta a 220V como muestra la placa.

Imagen 13. Placa del motor



Fuente: Por autores del proyecto (2022)

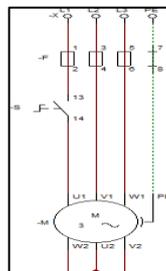
La polea de conductora se encuentra acoplada de manera directa al eje del motor.

Imagen 14. Acople de polea a motor

Fuente: Por autores del proyecto (202)

10.18. Conexión del motor de inducción

El motor seleccionado consta de dos tipos de conexiones trifásicas: conexión Delta a 220 VAC y conexión estrella a 440 VAC, por lo cual, con la facilidad que presenta el lugar de instalación de la máquina, se optó por la conexión Delta.

Imagen 15. Conexión Delta del motor 3~

Fuente: Por autores del proyecto (2022)

Se usó el motor trifásico sobre el monofásico, ya que el este, distribuye mejor la energía en grandes potencias disminuyendo el costo por consumo eléctrico, además, lo cual lo hace menos ruidoso y vibratorio al momento de trabajar.

10.19. Máquina ensamblada

Una vez obtenido cada elemento de construcción a través de cálculos o diagramas de selección, se procede a ensamblar la máquina a través de un orden de ensamble:

1. Bastidor
2. Eje
3. Ensamble de polea, cuchilla, chumacera y contrapeso
4. Chumaceras extremas
5. Motor al bastidor

6. Unir a través de la banda

Dando como resultado la máquina ensamblado.

Imagen 16. Máquina ensamblada



Fuente: Por autores del proyecto (2022)

10.20. Cálculo de la fuerza sobre la cuchilla

Para determinar la fuerza sobre la cuchilla, se debe considerar la potencia del Motor:

$$Potencia = 3Hp \frac{745.699872w}{1HP} = 2237.01W$$

10.21. Velocidad angular aplicada a la polea conducida

$$Velocidad\ del\ Eje = 1312.5 \frac{rev}{min} * \frac{1min}{1rev} * \frac{2\pi rad}{60seg} = 137.445 \text{ rad/seg}$$

$$Capacidad\ del\ molino = 20 \text{ kg/h}$$

$$Diámetro\ del\ eje\ porta\ cuchillas = 3" = 38 \text{ mm}$$

$$Radio\ del\ eje = 0.038 \text{ m}$$

Distancia desde eje porta cuchillas a punta de cuchilla 13cm, 130mm= 0,13m

Radio total a punta de cuchilla=Diámetro del eje porta cuchillas distancia punta de cuchillas.

$$Radio = 0.038m + 0.13 \text{ m} = 0.16m$$

$$Fuerza \text{ sobre la cuchilla} = \frac{Torque}{radio} = \frac{54.2544Nm}{0.168m} = 322.9428N$$

A continuación, se detalla los cálculos realizados

Tabla 10. Cálculos para la Fuerza sobre la cuchilla

Potencia	Potencia	W	Torque	Radio	Fuerza	Capacidad
(HP)	(W)	(rad/seg)	(Nm)	(m)	(N)	(Kg/h)
3	2237.01	141.37	54.2544	0.038	322.9428	20

Fuente: Por autores del proyecto (2022)

10.22. Factor de servicio

Indica la capacidad de sobrecarga que puede soportar un motor eléctrico, en un determinado tiempo de operación, más no es recomendable sobrecargar la potencia del motor. Este factor de servicio es una capacidad adicional que el motor ejerce ante una sobrecarga, por ello un motor sobrecargado recibe mayor corriente eléctrica que la nominal, produciéndose calentamiento y reduciendo su vida útil, y baja la eficiencia de operación del motor. Se ha determinado que el factor de servicio por lo general para un motor de 3 HP es de 1.15.

Tabla 11. Factor de servicio

Motores eléctricos (Trifásicos AC)	Factor de servicio
Máquina de elemento giratorio y vibratorio	1.15

Fuente: Por autores del proyecto (2022)

10.23. Cálculo de la potencia ante sobrecarga

La potencia de sobrecarga del motor es producto de potencia nominal por el Factor de servicio ante sobrecargas, también es conocida como potencia de diseño o potencia efectiva, para cálculos posteriores se tomará con dato para la potencia de transmisión para el número de bandas.

Potencia Efectiva = Potencia nominal x Factor de servicio

$$Potencia \text{ efectiva} = 3HP \times 1,15 \quad (1hp = 746w)$$

$$Potencia \text{ efectiva} = 3,45HP = 2,57 KW$$

10.24. Factor de carga del disco contra peso

La potencia nominal de un motor eléctrico indica la potencia mecánica de salida, o en otras palabras la potencia que puede entregar el motor en su eje. Por lo tanto, el factor de carga es un índice que determina la potencia que proporciona o entrega el motor cuando ya se encuentra en funcionamiento o en operación, con relación a la potencia que puede entregar, entonces se tiene que:

Fórmula:

$$\text{Factor de carga} = \frac{\text{Potencia real entregada}}{\text{Potencia de la placa del motor}}$$

Para un motor de 3HP el factor de carga es equivalente a 89.5%, por lo tanto; despejando la potencia real entregada, es:

$$\text{Potencia real entregada} = \text{Factor de carga} * \text{Potencia de la placa del motor}$$

$$\text{Potencia real entregada} = \frac{89.5\%}{100\%} \times 3\text{HP}$$

$$\text{Potencia real entregada} = 2.68\text{HP}$$

Por ello la justificación técnica para un motor de 3 HP, ya que la potencia entregada por los motores eléctricos en operación disminuye por el factor de carga.

10.25. Cálculo de fuerzas sobre el eje y reacciones sobre chumaceras

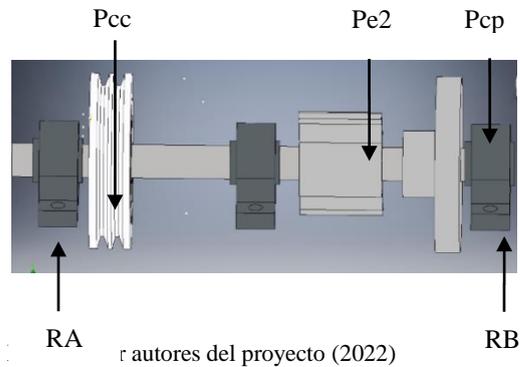
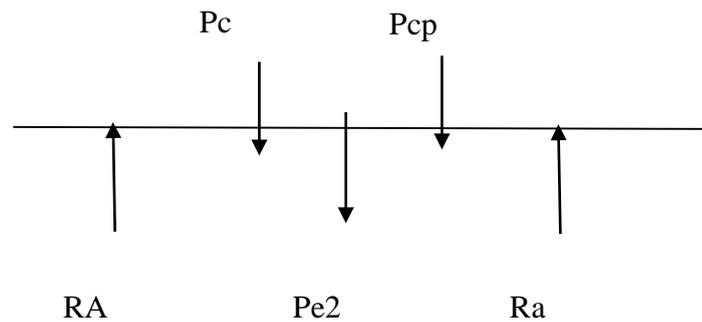
Se toma en cuenta la masa de los elementos empleados, para calcular el peso de los mismos por la siguiente formula:

$$P = M \times G$$

P= Peso del elemento

M= masa (Kilogramos)

Gravedad= $9,8\text{m/s}^2$

Imagen 17. Diagrama de Fuerzas**Imagen 18.** Distancias entre Fuerzas

Fuente: Por autores del proyecto (2022)

R_A = Reacción en la chumacera A

R_B = Reacción en la chumacera B

$$R_A P_{cc} = 12\text{cm} = 0,12\text{m}$$

$$R_A P_{e2} = 15\text{cm} = 0,15\text{m}$$

$$R_A P_{cp} = 20\text{cm} = 0,2\text{m}$$

$$R_A R_B = 30\text{cm} = 0,3\text{m}$$

Dónde:

PESO = MASA x GRAVEDAD

$$P_{e2} = \text{Peso del eje a la mitad} = 3\text{kg} \times 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 29,4 \text{ N}$$

$$P_{cc} = \text{Peso cuchillas cortadoras incluido la base de soporte} = 6,5 \text{ kg} \times 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$P_{cc} = 63,7\text{N}$$

$$P_{cp} = \text{Peso contra peso} = 5\text{kg} \times 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 49\text{N}$$

Por condición de equilibrio:

$$F_y = 0$$

$$R_A + R_B - P_{CC} - P_{e2} - P_{cp} = 0$$

$$R_A + R_B = P_{CC} + P_{e2} + P_{cp}$$

$$R_A + R_B = 63.7N + 29.4N + 49N$$

$$R_A + R_B = 142.1N$$

Cálculo del se obtiene:

$$M_A = 0$$

$$M = Fxd$$

$$(R_A R_B) - (R_A P_{CC}) - P_{e2}(R_A P_{e2}) - P_{cp}(R_A P_{cp}) = 0$$

$$R_B = \frac{P_{CC}(R_A P_{CC}) - P_{e2}(R_A P_{e2}) - P_{cp}(R_A P_{cp})}{R_A R_B}$$

$$R_B = \frac{63.7N(0.12m) - 29.4(0.15m) - 49N(0.20m)}{0.30m}$$

$$R_B = \frac{7.644 N - 4.41N - 9.8N}{0.30m}$$

$$R_B = 72.85N$$

Por consiguiente, se obtiene:

$$R_A + R_B = 142.1N$$

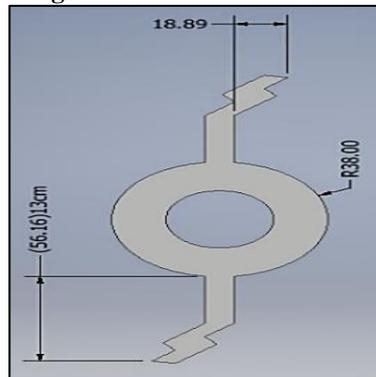
$$R_A = 142.1N - R_B$$

$$R_A = 142.1N - 72.85N$$

$$R_A = 69.25N$$

10.26. Torque sobre la cuchilla

Imagen 19. Chuchilla del molino vista frontal



Fuente: Por autores del proyecto (2022)

Teniendo:

- El diámetro de la cuchilla = 38mm
- La distancia entre la superficie del eje a la punta de la cuchilla es de 13cm;
- La dimensión del radio es 168 mm
- La fuerza sobre la cuchilla es 322,9428 N

Se puede determinar el torque sobre la cuchilla:

$$\text{Radio} = 0.038m + 0.13m = 0.168m$$

$$\text{Fuerza sobre la cuchilla} = \frac{\text{Torque}}{\text{radio}} = \frac{54.2544Nm}{0.168m} = 322.9428N$$

$$\text{Torque} = \text{Fuerza} * \text{radio}$$

$$T = 322.9428N * 0.168m$$

$$T = 54.2544Nm$$

10.27. Especificaciones técnicas del molino cortador de caucho

- Modelo: UTC 0003-LM
- Largo de Cuchillas Móviles: 100mm (x2)
- Largo de Cuchillas Fijas: 550mm (x2)
- Diámetro de eje Rotor: 38 mm

- Dimensiones: 650 x600x 600 mm
- Número de Cuchillas Móviles: 2
- Número de Cuchillas Fijas: 2
- Estas Cuchillas serán de Material ACERO D2
- Eje Acero principal 1045 –Diámetro 1 ½
- Pulgadas (38mm)
- Eje Acero porta cuchillas 1045 –Diámetro 3
- Pulgadas (76mm)
- Poleas en Aluminio de 8” y 6”

10.28. Motor eléctrico trifásico de potencia 3 hp

Motor de Procedencia AMERICANA USA con Sello de Aprobación en Laboratorio de Motores DOERR ELECTRIC CORP.

Velocidad=3500 pm

Voltaje=220V

Frecuencia=60Hz

Capacidad General: 10-20 kilos por hora, granulometría a obtener 20kg/hora, tamaño granulometría 1/2”.

10.29. Componentes del molino

El Molino está compuesto de 5 partes Principales

- **Producto a Moler:** Conformar la parte de cierre del molino y que tiene diseño que permite facilitar la molienda.
- **Motor Eléctrico:** Es el componente que da la energía al molino está ubicado en el bastidor por medio de 4 pernos de medidas x 1, su modo de funcionamiento es establecer el giro horario respecto al lado de transmisión.
- **Afilado de Cuchillas:** Afilado cada 8 horas de trabajo diario moliendo Caucho.
- **Engrase de Chumaceras:** Cada 24 horas de trabajo continuo.
- **Ajuste de Pernos:** Cada 8 horas de trabajo continuo.

10.30. Normas de seguridad

Los molinos de caucho, por sus características de diseño, generan una gran cantidad de polvos, debido a que estos trituran los pedazos de caucho que son alimentados por la entrada del mismo, el material plástico pasa por entre las cuchillas que giran a gran velocidad y por las altas revoluciones que genera el motor eléctrico en este proceso, por lo que gran parte de la materia sólida se desintegra.

Como ya se conoce, la desintegración de la materia física, evidentemente genera polvos de diferentes tamaños, los cuales salen por diferentes aberturas dentro del molino de caucho, provocando que se aprecie en el medio ambiente laboral, la presencia de estos contaminantes, exponiendo a los operadores de éstos durante toda la jornada laboral.

Dentro de la importancia de este proyecto que se desarrolla, se encuentra la reducción del riesgo de adquirir una enfermedad laboral generada por la presencia de polvos que circulan en el medio ambiente y lugar de trabajo luego de implementar el molino cortador de caucho.

Basados en la Norma Oficial ISO: 1401 vigente al momento de la realización del mismo, se puede argumentar, que esta indica que se hará el reconocimiento de los polvos que existen en el centro de trabajo, además, se determinarán las características físicas de los mismos, utilizando las hojas de datos de seguridad del caucho que se muele, los que generan los polvos, luego se describirán las vías de ingreso de estos polvos, el tiempo y la frecuencia de la exposición a la que se encuentran sometidos los trabajadores.

Segunda fase: Se determinará el número de trabajadores que se exponen al polvo para el cálculo la muestra, luego, mediante la selección de un método cuantitativo a través de encuestas, se determinará la cantidad de polvo que se encuentra dentro del ambiente de trabajo, utilizando algún método gravimétrico, los cuales se encuentran descritos en la Norma Oficial ISO: 1401 vigente.

Tercera fase: Ya en función de los resultados de la medición, se desarrollará el control del contaminante, sobre la base a los criterios establecidos en la ISO: 1401 donde se determinarán las acciones y controles necesarios en vías de disminuir el riesgo de desarrollo de enfermedades ocupacionales del personal que se expone al polvo.

Si al establecerse la comparación contra los niveles establecidos en la normatividad referida

indica que se está ante una situación segura, entonces se llevaría a cabo un control periódico para determinar si se sigue en la misma línea y de la misma manera. Si fuese lo contrario, y se encontrara que la situación es peligrosa, entonces, se tendrá que actuar de inmediato sobre los contaminantes, a través de un control ambiental, que será propuesto según sea el caso.

Sobre la base de lo anterior, se ejecutará para el cumplimiento de los objetivos propuestos dentro de esta propuesta de trabajo de protocolo de tesis, evaluar el área laboral donde se ubicará el molino cortador de caucho en la universidad.

11. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

11.1. Análisis y discusión

Se procedió a realizar tres pruebas con tiras de caucho de 5 m de longitud, así como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 12. Pruebas realizadas

Características	Prueba N°1	Prueba N°2	Prueba N°3
Largo	5 m	5 m	5 m
Ancho	3 cm	3 cm	3 cm
Espesor	0,5 cm	0,5 cm	0,5 cm
Tiempo	1,15 min	1,20 min	1,15 min
Peso	0,52 kg	0,53 kg	0,53 kg

Fuente: Por autores del proyecto (2022)

Se puede apreciar que los tiempos son similares al igual que la capacidad producida.

En el siguiente análisis se estableció las condiciones del funcionamiento, entre ellos que el corte se realizó en neumáticos sin alambre de rin 13-14 con una velocidad promedio de 1200 rpm; el sistema de trituración permitirá obtener fragmentos que oscilarán entre 3,5 y 4,5 cm de largo y 1 cm de ancho aproximadamente como muestra la tabla 10 de frecuencia a continuación.

Imagen 20. Chips de caucho



Fuente: Por autores del proyecto (2022)

Se realiza una tabla de frecuencia a través de varias muestras.

Tabla 13. Tabla de frecuencia

MUESTRA	LARGO	ANCHO
1	4	1
2	5	1,1
3	4,2	0,8
4	3,5	0,9
5	4	1
6	4,1	0,9
7	4	0,8
8	4,2	1
9	3,8	1
10	4,3	1
11	4	1
12	4,1	0,8
13	3,5	0,9
14	3,9	0,9
15	4	1
16	3,9	1
17	3,6	0,4
18	3,8	0,4
19	4,3	0,5
20	3,9	1
PROMEDIO	4,01	0,87
MODA	4	1
MEDIANA	4	0,95

Fuente: Por autores del proyecto

A través de la medición de 20 muestras elegidas de manera aleatoria, se determinó que la moda es el valor que más se repite, y fue el objetivo inicial de obtener muestras de esas medidas, lo cual queda en 4 cm de largo y 1 cm de ancho. Mientras que el valor medio que se encuentra en la toma de 20 muestras es de 4 cm de largo y 0,95 cm de ancho.

Mientras que se podría decir que las muestras finales presentan una superficie promedio que se obtiene de la siguiente ecuación:

Imagen 21. Resultado final de las tiras de caucho



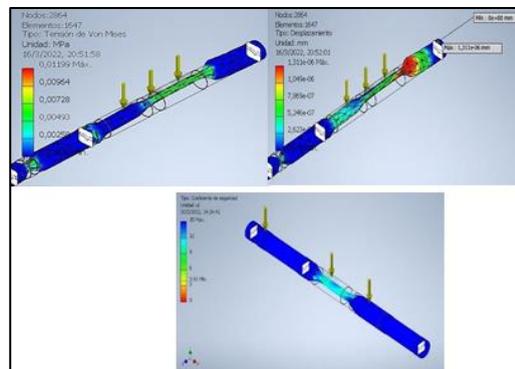
Fuente: Por autores del proyecto (2022)

11.2. Análisis de elementos finitos

11.2.1. Eje

A través de la simulación, se puede notar los puntos de mayor esfuerzo, ya que ahí está concentrada la mayor carga producida por el trabajo de la cuchilla. Sin embargo, al estar sometido a una carga pequeña, la tensión de Von Mises es baja 0,012 MPa. Además, el diseño del eje consigue un FDS de 3,91 aplicando una fuerza de hasta 100 kN.

Imagen 22. Simulación de cargas de eje

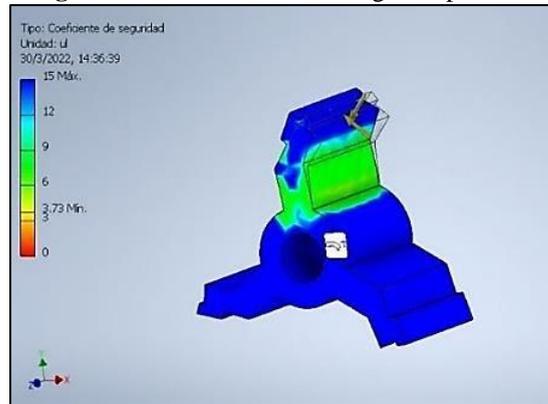


Fuente: Por autores del proyecto (2022)

11.2.2. Porta cuchilla

La tensión de Von Misses muestra un resultado de aplicando la fuerza de torque encontrado con anterioridad (322 N) 1,457 MPa en el punto donde une la base de la cuchilla con el eje. Mientras el desplazamiento muestra un valor de 0,00115 mm en el punto donde va la cuchilla y un factor de seguridad de 3,91.

Imagen 23. Simulación de las cargas de porta cuchillas

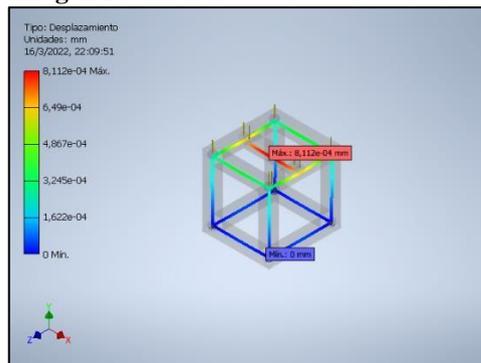


Fuente: Por autores del proyecto (2022)

11.2.3. Bastidor

La simulación de la estructura o bastidor, muestra un valor de desplazamiento de 0,00081 mm en el punto donde va colocado la carcasa, la porta cuchilla y la cuchilla, lo cual, del máximo valor, sin embargo, es un valor poco considerable para la estructura de esa magnitud.

Imagen 24. Análisis estático del bastidor



Fuente: Por autores del proyecto (2022)

12. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Los costos en referencia están debidamente cotizados en diferentes tiendas locales dedicados a los rubros de venta de accesorios mecánicos y ferreterías.

A continuación, se detalla el presupuesto generado de los materiales que se utilizó para la construcción de la máquina cortadora de chip de neumáticos.

Tabla 14. Lista de materiales

MATERIALES	CANT.	C/U	TOTAL
Rueda de acero contrapeso	1	\$ 160,00	\$ 160,00
Motor trifásico 5 Hp	1	\$ 375,00	\$ 375,00
Chumaceras	2	\$ 35,00	\$ 70,00
Ejes 1 1/2	2	\$ 75,00	\$ 150,00
Juegos de cuchillas fijas y giratorias	1	\$ 750,00	\$ 750,00
Bandas	3	\$ 9,00	\$ 27,00
Plancha 6mm 50x50	1	\$ 115,00	\$ 115,00
Tubo para la estructura diámetro	1	\$ 40,00	\$ 40,00
Poleas	2	\$ 20,00	\$ 40,00
Plancha de Tol. 0,7 mm	1	\$ 35,00	\$ 35,00
Tubo cuadrado estructura	1	\$ 40,00	\$ 40,00
Plancha de acero 15 mm 60x60	1	\$ 80,00	\$ 80,00
Total			\$1,882

Fuente: Por autores del proyecto (2022)

En la siguiente tabla se detalla los materiales químicos utilizados para el pintado de la máquina.

Tabla 15. Materiales de pintura

Artículo	Descripción	Cantidad	Valor c/u (\$)	Valor total (\$)
Pintura sintética	Pintura anticorrosiva color gris	1 balde	40,00	40,00
Catalizador	Universal 510 PU	2 litros	3,50	7,00
Thinner	Laca	4	2,00	8,00
Waípe	1 funda	2	1,00	2,00
Brochas	55 mm	2	1,50	3,00
Total				\$60,00

Fuente: Por autores del proyecto (2022)

Se detalla los gastos varios utilizados para la construcción de la máquina.

Tabla 16. Gastos varios

Artículo	Descripción	Valor total (\$)
Transporte	Latacunga	40,00
Material bibliográfico	Fotocopias 0.15	40,00
Mano de obra		200,00
Imprevistos		300,00
Total		\$580,00

Fuente: Por autores del proyecto (2022)

En esta tabla se detalla el gasto aproximado para la elaboración de la máquina.

Tabla 17. Gasto total

PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

Material mecánico y eléctrico	\$1,882
Material para pintar	\$60,00
Gastos varios	\$580,00
Total	2,552

Fuente: Por autores del proyecto (2022)

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1. Conclusiones:

- Se desarrolló una cortadora de neumáticos con mecanismo de bandas como transmisor de movimiento al evaluar con el método de criterios ponderados tres alternativas, siendo la de velocidad y precio los criterios con mayor peso.
- Se diseñó y construyó el modelo prototipo de la máquina cortadora de Chips, aplicando análisis estáticos, dinámicos, así como la selección de elementos de transmisión mediante el uso de diagramas, considerando las características físicas y mecánicas del motor de inducción.
- Se modeló las piezas de la máquina mediante el software Autodesk Inventor Pro 2022, lo que permitió visualizar y comprobar el ensamblaje de cada componente, modificar medidas y cambiar de diseño. A través de estos modelos, se permitió obtener los planos de construcción y el análisis de elementos finitos del eje de transmisión, porta cuchillas y el análisis estático del bastidor.
- Se realizó las pruebas experimentales, donde se concluye que el prototipo de máquina cortadora de chips de neumáticos produce chips de dimensiones (40,1*8,7*0.1) mm promedio. No es necesario un producto uniforme ya que el proceso posterior se encargará del triturado.

13.2. Recomendaciones:

- Se sugiere colocar un circuito de protección a la máquina como un paro de emergencia para brindar una mayor seguridad a los usuarios.
- Incorporar un sistema de control que regule o dirija el funcionamiento de la máquina cuando esta se caliente.
- Se recomienda utilizar implementos de seguridad como son los cascos, guantes, mascarilla y el overol con su respectiva gafa para evitar posible accidente tomando en cuenta todas las precauciones del caso.

14. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Serna Mendoza, C.(2021). Visiones del desarrollo sostenible. Ediciones de la U

INIAP. (2012). *INIAP*. Obtenido de INIAP desarrolla nuevos clones de caucho: <http://www.iniap.gob.ec/pruebav3/iniap-desarrolla-nuevos-clones-de-caucho/>

INIAP. (2014). *INIAP*. Obtenido de Caucho: <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mfores/rcaucho>

Mencias, J. (2019). *Evolución de los materiales en la industria de la automoción*.

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (21 de Mayo de 2021).

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. Obtenido de 1.391 neumáticos

fuera de uso fueron recolectados en Carchi: [https://www.ambiente.gob.ec/1-391-](https://www.ambiente.gob.ec/1-391-neumaticos-fuera-de-uso-fueron-recolectados-en-carchi/#:~:text=Un%20total%20de%201.391%20llantas,siendo%20Mont%C3%BAfar)

[neumaticos-fuera-de-uso-fueron-recolectados-en](https://www.ambiente.gob.ec/1-391-neumaticos-fuera-de-uso-fueron-recolectados-en-carchi/#:~:text=Un%20total%20de%201.391%20llantas,siendo%20Mont%C3%BAfar)

[carchi/#:~:text=Un%20total%20de%201.391%20llantas,siendo%20Mont%C3%BAfar](https://www.ambiente.gob.ec/1-391-neumaticos-fuera-de-uso-fueron-recolectados-en-carchi/#:~:text=Un%20total%20de%201.391%20llantas,siendo%20Mont%C3%BAfar)

[%20el%20mayor%20recolector.](https://www.ambiente.gob.ec/1-391-neumaticos-fuera-de-uso-fueron-recolectados-en-carchi/#:~:text=Un%20total%20de%201.391%20llantas,siendo%20Mont%C3%BAfar)

Rodriguez, A., & Pérez, A. (2017). Método analítico y método sintético. *Método científicos de indagación y de construcción del conocimiento*, 8.

Uriarte, J. M. (10 de Marzo de 2020). *Características*. Obtenido de Método deductivo:

<https://www.caracteristicas.co/metodo-deductivo/>

Vizán Viñas, G. (2014). *Elementos estructurales del vehículo* . EDITEX.

Aumenta el reciclaje de neumáticos en Ecuador. (s. f.). Recuperado 15 de febrero de

2022, de [https://www.ecuadortv.ec/tourism/noticias/actualidad/aumenta-reciclaje-](https://www.ecuadortv.ec/tourism/noticias/actualidad/aumenta-reciclaje-neum%C3%A1ticos-ecuador)

[neum%C3%A1ticos-ecuador](https://www.ecuadortv.ec/tourism/noticias/actualidad/aumenta-reciclaje-neum%C3%A1ticos-ecuador)

Bautista, T. G., Gómez, G. del R., Sánchez, J. T., & Vega, B. T. (2017). *Circuito de fluidos.Suspensión y dirección. Novedad 2017*. Editex.

Calvo, J. (2021). *Mecánica del automóvil (actualizada)*. Reverte.

DAVID, G. C. (2016). *Mantenimiento mecánico preventivo del vehículo*. Ediciones Paraninfo,S.A.

EDUARDO, Á. C., LUIS, G. J., JOSÉ, TOMÁS, G. M., GRACIA, J. G., & JOSÉ, M. N. (2020). *Mecánica del vehículo 2.^a edición*. Editorial Paraninfo.

Espinoza Enríquez, L., Fariño Jimenez, J. S., Espinoza Aguilar, Y. P., & Mayorga Cárdenas, M. (2020). Responsabilidad Social y Ambiental: Tratamiento y Disposición Final de Llantas Usadas en la Ciudad de Machala. *Gestión en el Tercer Milenio*, 23(45), 39-48. <https://doi.org/10.15381/gtm.v23i45.17405>

García-Borrón, J.-P. (2019). *Breve historia de la lengua española. Avatares del tiempo y rasgos lingüísticos*. Edicions Universitat Barcelona.

[Hot Item] *Máquina de cortar los bloques de caucho de neumáticos / máquina de cortar trozos de goma / Cortadora de neumáticos*. (s. f.). Made-in-China.com. Recuperado 1 de abril de 2022, de https://es.made-in-china.com/co_yd2088/product_Tire-Rubber-Blocks-Cutting-Machine-Rubber-Pieces-Cutting-Machine-Tire-Cutter_hrogogoiy.html

Molino de cuchillas—PS - Pallmann Maschinenfabrik—Vertical / para caucho / de corte fino. (s. f.). Recuperado 1 de abril de 2022, de <https://www.directindustry.es/prod/pallmann-maschinenfabrik/product-63389-1902456.html>

Reynolds, M. (2017). *La Navetierra Como Construir La Suya*. eBookIt.com.

Trituradora de llantas a la venta—Lista de precios 2020. (s. f.). *Beston Group*. Recuperado 1 de abril de 2022, de <https://www.bestongroup.com/es/tyre-shredder/>

Trituradora Industrial De Doble Eje De Madera, Máquina Trituradora De Neumáticos De Plástico—Buy Double Shaft Shredder Machine, Recycle Machines Wood, Tire Recycling Shredder Machine Product on Alibaba.com. (s. f.). Recuperado 1 de abril de 2022, de https://spanish.alibaba.com/product-detail/industrial-grinding-plastic-bag-tire-recycle-wood-double-shaft-shredder-machine-1600273664156.html?spm=a2700.7724857.normal_offer.d_title.b5271ffcq6teUZ&s=p

Veiga, J. M. F. (2020). *Guía práctica de uso, mantenimiento y conservación del vehículo comercial y personal*. José Manuel Ferro Veiga. (s.f.). Obtenido de Transmision por poleas y correas o cadenas: https://www.cienciasfera.com/materiales/tecnologia/tecno01/tema13/3_transmision_por_poleas_y_correas_o_cadenas.html

Abanto Alarcon, J. (2020). *DISEÑO DE UNA MÁQUINA TRITURADORA DE EJE HORIZONTAL DE 15 TN/DÍA PARA AUMENTAR LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS EN LA INDUSTRIA GANADERA EN LA ZONA RURAL DE CAYALTÍ*. Chiclyo.

Agrícolas, JF- Maquinas. (s.f.). *Manual de operacion*. Obtenido de <http://agrosopio.com/wp-content/uploads/2020/12/MANUAL-MOLINO-PICADOR-JF-2D.pdf>

Bon, F.C. (s.f.). Obtenido de <https://elvex.ugr.es/decsai/builder/intro/2.html#:~:text=IDE%20es%20el%20acr%C3%B3nimo%20de,un%20entorno%20unificado%20o%20integrado>. Cañavate, J. O. (2003). *Las máquinas agrícolas y su aplicación*. España.

Carrera Cano, D., & Vargas Bonifa, J. (2016). *Diseño y construcción de una trituradora de morochillo entero para producción de balanceados*. Quito-Ecuador.

Company, S. (s.f.). <https://www.swmill.com/hammers>.

Contaval. (12 de 06 de 2017). *Contaval*. Obtenido de <https://www.contaval.es/sensores-inductivos-vdc-3-hilos/#:~:text=Sensores%20NPN,de%2010%20a%2030%20Vcc>.

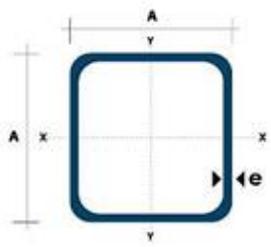
Cuadrado , I., & Rueda, J. (2009). *Diseño y construcción de un molino de martillos*. Quito.

CUADRADO, I., & RUEDA, J. (2009). *Diseño y construcción de un molino de martillos*.

Quito.

15. ANEXO

Anexo 1. Elementos físicos del material de construcción del Eje

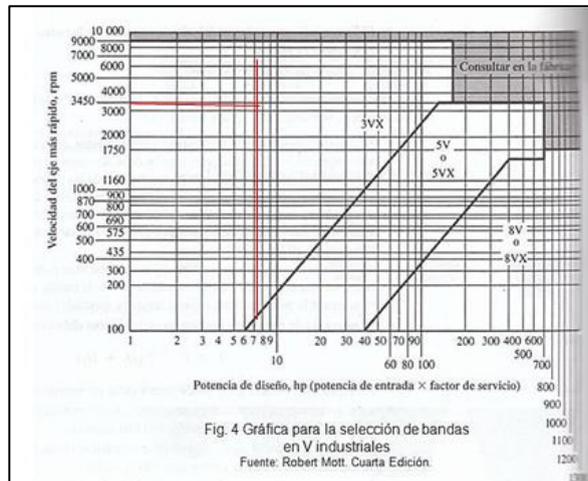


Dimensiones			Área	Ejes X-Xe Y-Y		
A mm	Espesor mm (e)	Peso Kg/m	Área cm ²	I cm ⁴	W cm ³	I cm ³
20	1.2	0.72	0.90	0.53	0.53	0.77
20	1.5	0.88	1.05	0.58	0.58	0.74
20	2.0	1.15	1.34	0.69	0.69	0.72
25	1.2	0.90	1.14	1.08	0.87	0.97
25	1.5	1.12	1.35	1.21	0.97	0.95
25	2.0	1.47	1.74	1.48	1.18	0.92
30	1.2	1.09	1.38	1.91	1.28	1.18
30	1.5	1.35	1.65	2.19	1.46	1.15
30	2.0	1.78	2.14	2.71	1.81	1.13
40	1.2	1.47	1.80	4.38	2.19	1.25
40	1.5	1.82	2.25	5.48	2.74	1.56
40	2.0	2.41	2.94	6.93	3.46	1.54
40	3.0	3.54	4.44	10.20	5.10	1.52
50	1.5	2.29	2.85	11.06	4.42	1.97
50	2.0	3.03	3.74	14.13	5.65	1.94
50	3.0	4.48	5.61	21.20	8.48	1.91
60	2.0	3.66	3.74	21.26	7.09	2.39
60	3.0	5.42	6.61	35.06	11.69	2.34
75	2.0	4.52	5.74	50.47	13.46	2.97
75	3.0	6.71	8.41	71.54	19.08	2.92
75	4.0	8.59	10.95	89.98	24.00	2.87
100	2.0	6.17	7.74	122.99	24.60	3.99
100	3.0	9.17	11.41	176.95	35.39	3.94
100	4.0	12.13	14.95	226.09	45.22	3.89
100	5.0	14.40	18.36	270.57	54.11	3.84

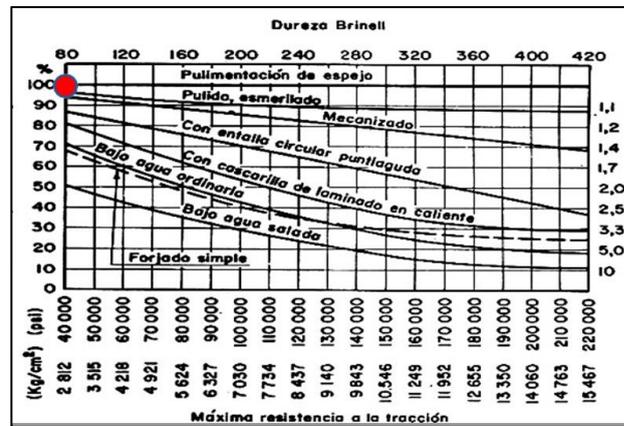
Anexo 2. Propiedades físicas del material del eje

Descripción	Composición Química %					Pruebas Mecánicas				Prueba de Flexibilidad		
	C max	Si	Mn	P max	S max	Resistencia Mecánica psi (kgf/mm ²)	Punto de Fluencia psi (kgf/mm ²) min	Elongación		Espesor en (mm)	Ángulo de doblado	Radio de Curva Diámetro del espesor de la Muestra
								Muestra in.(mm)	% min			
Grade A				0,04	0,05					3/4(19.1) y menores		
Grade B	0,21		0,80~1,10	0,04	0,05	58,000 (40,8) ~ 71,000 (49,9)	32,000 (22,5)	GL=8(200)	21	Sobre 3/4 to 1 1/4 (31.8), incl.	180°	3
Grade C	0,23	0,15~0,30	0,60~0,90	0,04	0,05			GL=2(50)	24			3
Grade CS	0,18	0,15~0,30	1,00~1,35	0,04	0,05							3
Grade E	0,18	0,15~0,30	0,70~1,35	0,04	0,05							
Grade R	0,24		0,60~0,90	0,04	0,05							

Anexo 3. Selección de banda



Anexo 4. Factor de corrección de superficie



Anexo 5. Propiedades típicas de los aceros

N° AISI	ESTADO	Res. Máxima Su		Res. Fluencia Sy		Dureza BHN
		Kgf/Cm²	Ksi	Kgf/Cm²	Ksi	
Hierro Dulce	Laminado simple	3374	48	1757	25	
C1010	Estrado en Frio	4710	67	3867	55	137
C1015	Estrado en Frio	5413	77	4429	63	170
C1020	Laminado Simple	4569	65	3374	48	143
C1020	Normalizado	4499	64	3515	50	131
C1020	Recocido	4007	57	2952	42	111
C1020	Estrado en Frio	5483	78	4640	66	156
C1022	Laminado simple	5062	72	3656	52	149
C1030	Laminado simple	5621	80	3586	51	179
C1035	Laminado simple	5976	85	3867	55	190
C1045	Laminado simple	6749	96	4148	59	215
C1095	Normalizado	9913	141	5624	80	285
B1113	Acabado en Frio	5835	83	5062	72	170
B1113	Laminado simple	4921	70	3163	45	138
C1118	Laminado Simple	5273	75	3234	46	149
C1118	Estrado en Frio	5624	80	5273	75	180
C1144	OQT 1000	8296	118	5835	83	235
1340	OQT 1200	7945	113	6468	92	229
1345	OQT 800	13147	187	12303	175	
2317	OQT 1000	5554	79	4991	71	220
2340	OQT 1000	9632	137	8437	120	285
3150	OQT 1000	10616	151	9140	130	300
3250	OQT1000	11670	166	10264	146	340
4363	OQT 1000	12655	180	11249	160	375
4130	WQT 1100	8929	127	8015	114	260

Anexo 6. Factor de corrección

FACTOR DE CORRECCION		
Arco de contacto sobre polea menor	Poleas acanaladas	Poleas acanaladas plana
180°	1.00	0.75
175°	0.99	0.76
170°	0.98	0.77
167°	0.97	0.78
164°	0.96	0.79
160°	0.95	0.80
157°	0.94	0.81
154°	0.93	0.81
150°	0.92	0.82
147°	0.91	0.83
144°	0.90	0.83
140°	0.89	0.84
137°	0.88	0.85
134°	0.87	0.85
130°	0.86	0.86
127°	0.85	0.85
124°	0.84	0.84
120°	0.82	0.82
118°	0.81	0.81
115°	0.80	0.80
113°	0.79	0.79
110°	0.78	0.78
108°	0.77	0.77
106°	0.77	0.77
104°	0.76	0.76
102°	0.75	0.75
100°	0.74	0.74
98°	0.73	0.73
96°	0.72	0.72
4°	0.71	0.71

Anexo 7. Fabricación de la máquina

Imagen 25. Construcción de la estructura de la máquina



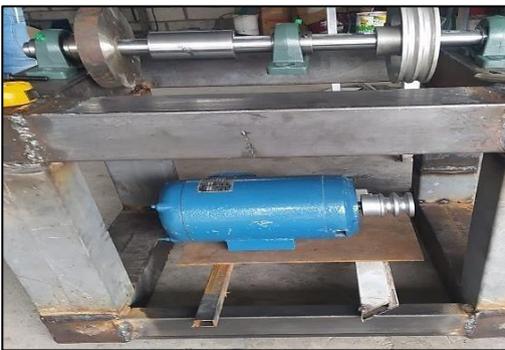
Fuente: Por autores del proyecto

Imagen 26. Soldadura de las cuchillas



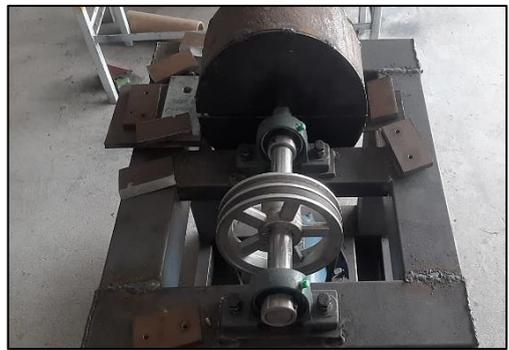
Fuente: Por autores del proyecto

Imagen 27. Colocación de la base del motor



Fuente: Por autores del proyecto

Imagen 28. Ubicación de los componentes en el eje



Fuente: Por autores del proyecto

Imagen 30. Máquina cortadora de chips culminada.



Fuente: Por autores del proyecto

Imagen 29. Medidas de las tiras de caucho de 5 m de largo.



Fuente: Por autores del proyecto

Imagen 32. Pruebas realizadas



Fuente: Por autores del proyecto

Imagen 31. Resultados obtenidos



Fuente: Por autores del proyecto

Anexo 8. Currículum vitae del primer investigador

CURRÍCULUM VITAE

PERSONALES DATOS

- ❖ **Nombres y Apellidos:** Geovanna Shirley Agila Aguinda
- ❖ **Cédula de identidad:** 150095418-3
- ❖ **fecha de nacimiento:** 13 de Noviembre de 1996
- ❖ **Lugar de nacimiento:** Quito
- ❖ **Estado civil:** Soltera
- ❖ **Tipo de sangre:** O+
- ❖ **Domicilio:** Barrio Lindo vía Rukullacta
- ❖ **Teléfono:** 0992229560



FORMACIÓN ACADEMICA

- ❖ **Instrucción Primaria** Unidad Educativa “María Inmaculada”
- ❖ **Instrucción Secundaria** Unidad Educativa “María Inmaculada”
- ❖ **Estudio Superior** Universidad Tecnica de Cotopaxi

TÍTULO OBTENIDO

- ❖ Bachiller en Ciencias
- ❖ Egresada en Ingeniería Electromecánica

Anexo 9. Currículum vitae del segundo investigador

CURRÍCULUM VITAE

PERSONALES DATOS

- ❖ **Apellidos y Nombres:** Bayas Ramos Jefferson Rodrigo
- ❖ **Cedula De Identidad:** 050409356-8
- ❖ **Fecha De Nacimiento:** 01 de marzo de 1997
- ❖ **Lugar De Nacimiento:** Cotopaxi La Maná
- ❖ **Estado Civil:** Soltero
- ❖ **Dirección:** Recinto Manguila
- ❖ **Celular:** 0991098947
- ❖ **E-mail:** bayasjefferson6@gmail.com



FORMACIÓN ACADÉMICA

- ❖ **Estudios Primarios:** Escuela Fiscal Mixta “Luis Maldonado Tamayo”
- ❖ **Estudios Secundarios:** Colegio Instituto Tecnológico Superior “La Maná”
- ❖ **Estudio Superior:** Universidad Técnica de Cotopaxi

TÍTULO OBTENIDO

- ❖ Bachiller en Ciencias Sociales
- ❖ Egresado Ingeniería en Electromecánica

CURSOS REALIZADOS

- ❖ Ingles básico
- ❖ Soldadura
- ❖ Riesgos Laborales

REFERENCIAS PERSONALES

- ❖ Srta. Lilibeth Masapanta **Cel.:** 0961238245
- ❖ Lic. Jenny Bayas **Cel.:** 0983412062

Anexo 10. Currículum vitae del docente tutor

CURRÍCULUM VITAE

PERSONALES DATOS

❖ Nombres:	Trujillo Ronquillo	
❖ Apellidos:	Danilo Fabricio	
❖ Lugar y fecha de nacimiento:	28 de agosto de 1981	
❖ Cédula de ciudadanía:	1803547320	
❖ Estado civil:	Soltero	
❖ Dirección domiciliaria:	Izamba Ricardo Callejas y Pedro Vascones Sevilla	
❖ Teléfonos de contacto:	0982987576	
❖ Email:	danilo.trujillo7320@utc.edu.ec	

ESTUDIOS REALIZADOS

- ❖ Primarios: Escuela Pensionado “La Merced”
- ❖ Secundarios: “Instituto Tecnológico Superior “Bolívar”
- ❖ Superiores: Escuela Politécnica del Ejército ESPE (Sangolquí – Ecuador)
- ❖ Universidad Politécnica Nacional (Madrid – España)
- ❖ Escuela Politécnica Nacional (Quito – Ecuador)

TÍTULOS OBTENIDOS

- ❖ Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones
- ❖ Máster Universitario en Energía Solar Fotovoltaica
- ❖ Estudiante de la Tercera Cohorte de Doctorado, Facultad de Ingeniería Eléctrica

IDIOMAS

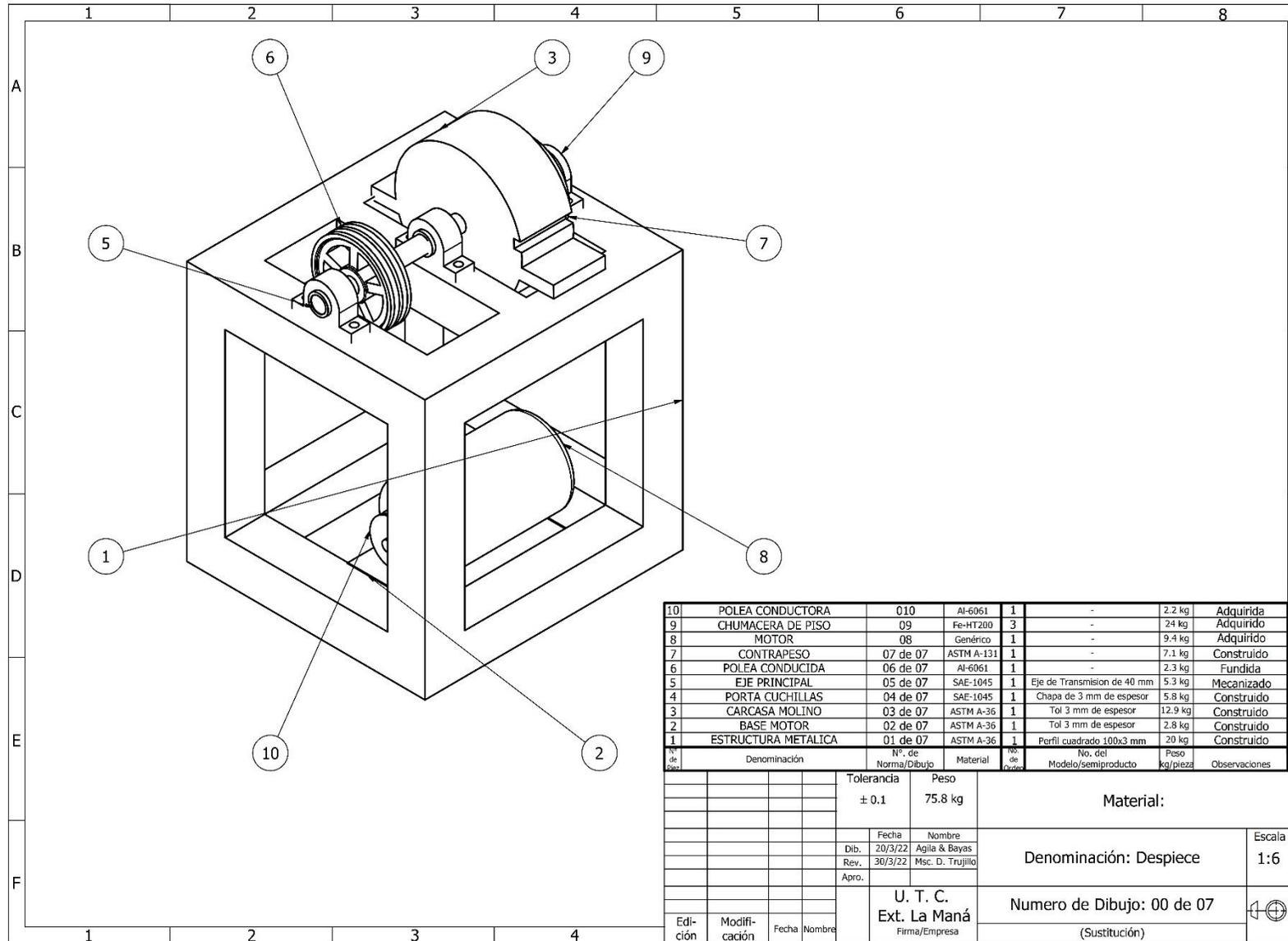
- ❖ Español

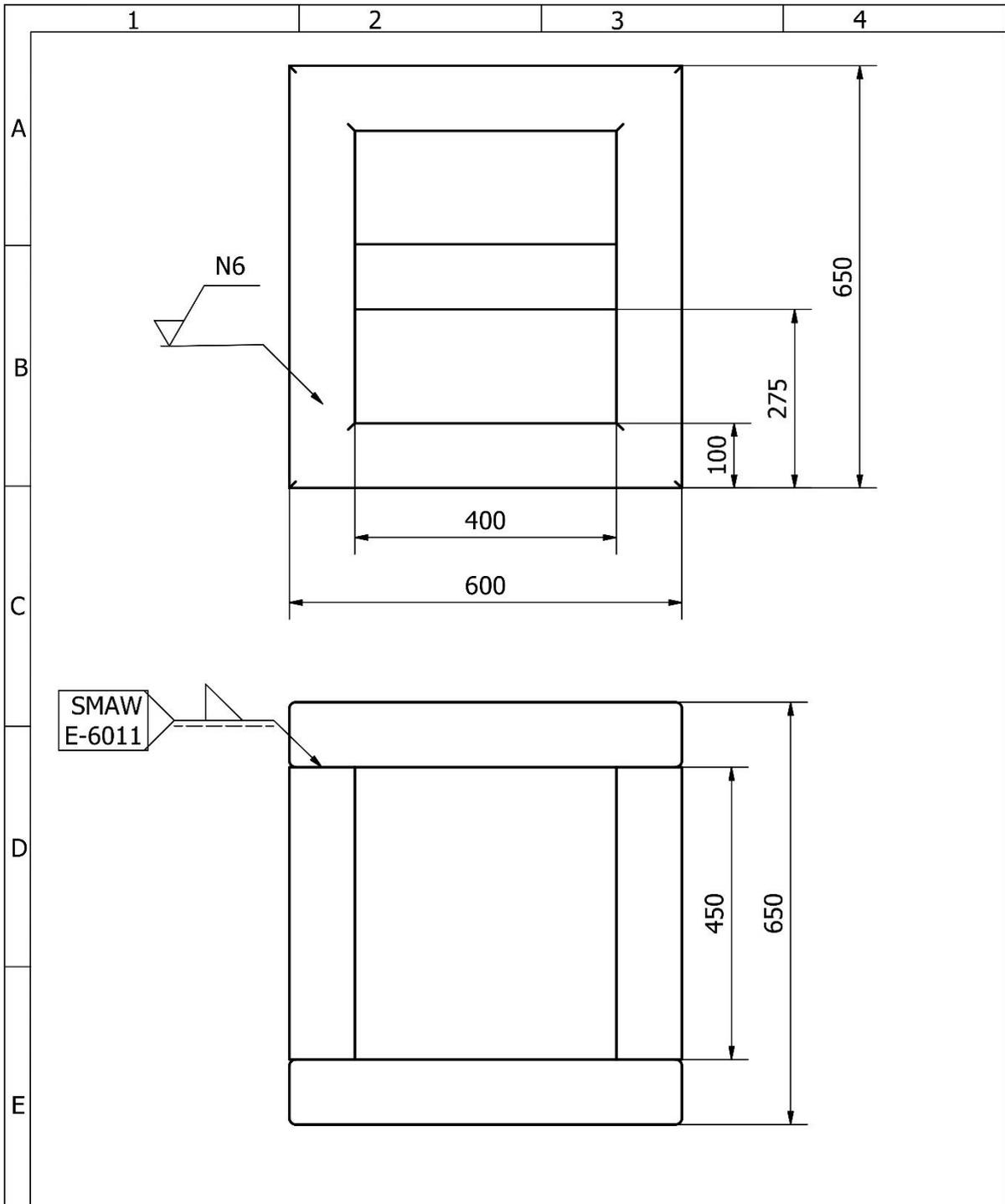
- ❖ Inglés
- ❖ Alemán

EXPERIENCIA

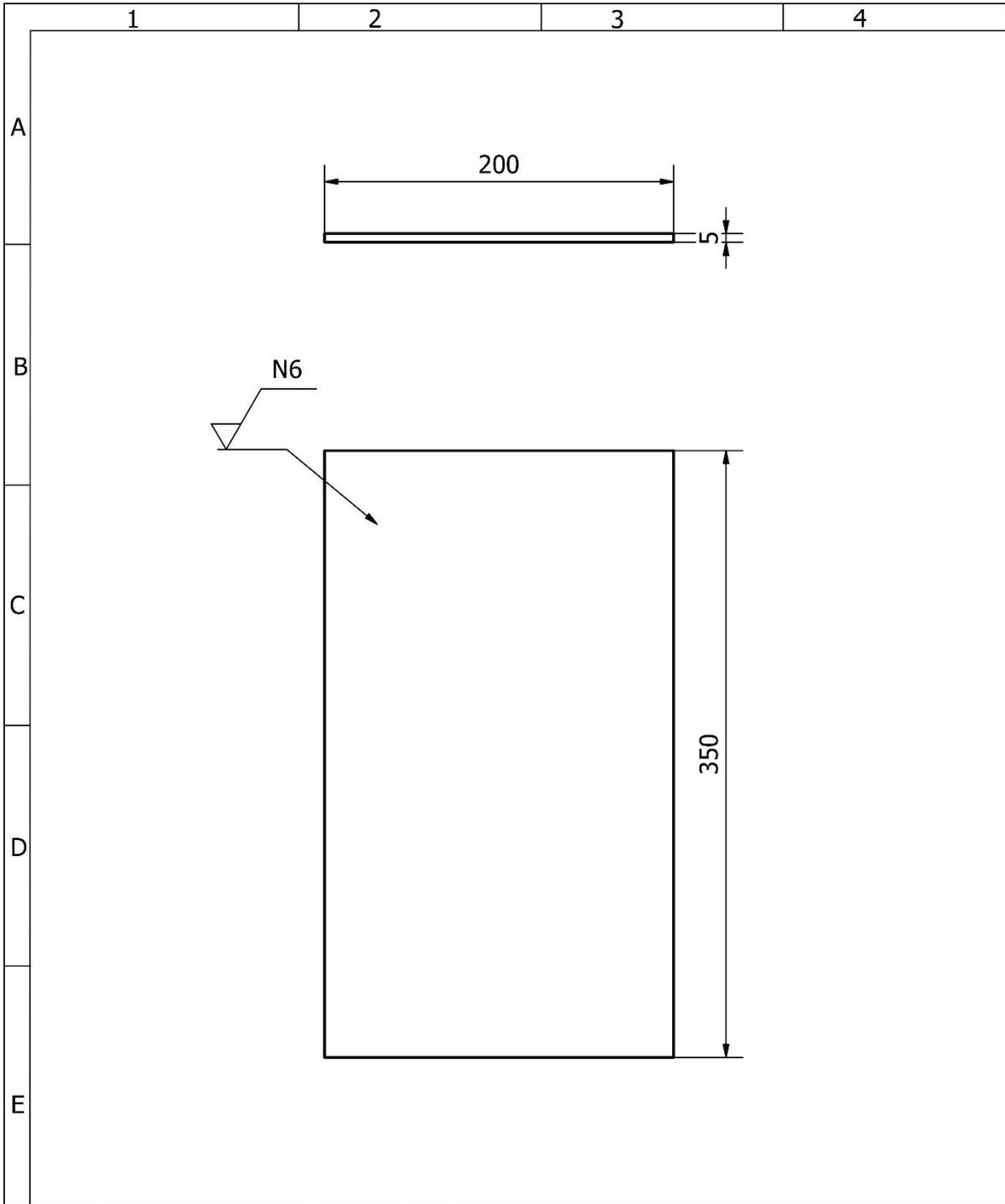
- ❖ Docente Instituto Superior Tecnológico "Hispano América", septiembre 2010 a julio 2011
- ❖ Docente Universidad Técnica de Ambato, marzo 2012 a marzo 2016
- ❖ Docente Universidad Técnica de Cotopaxi, noviembre 2019 a febrero 2020
- ❖ Docente Universidad Técnica de Cotopaxi, noviembre 2021 hasta la actualidad.

Anexo 11. Planos de la Máquina

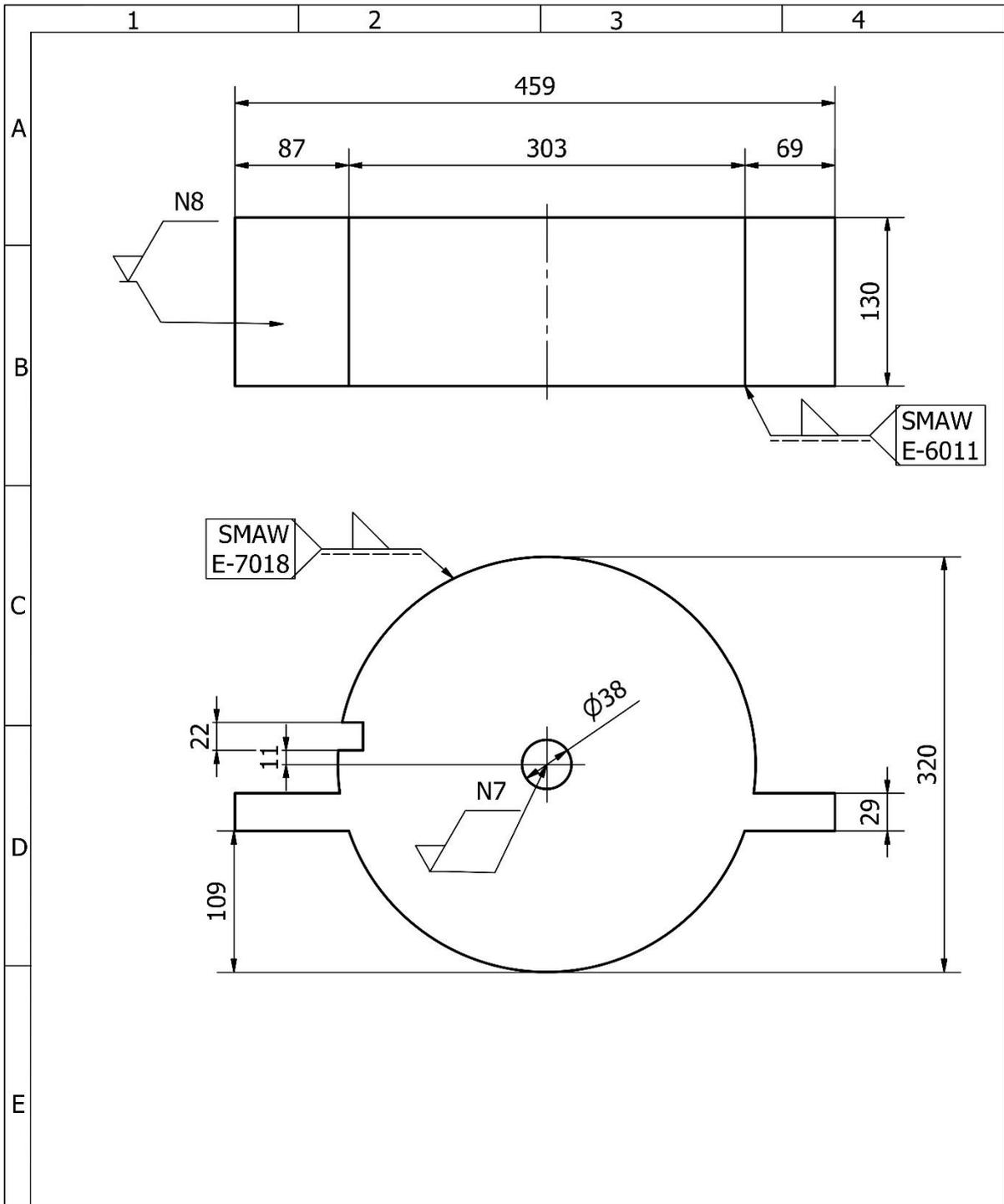




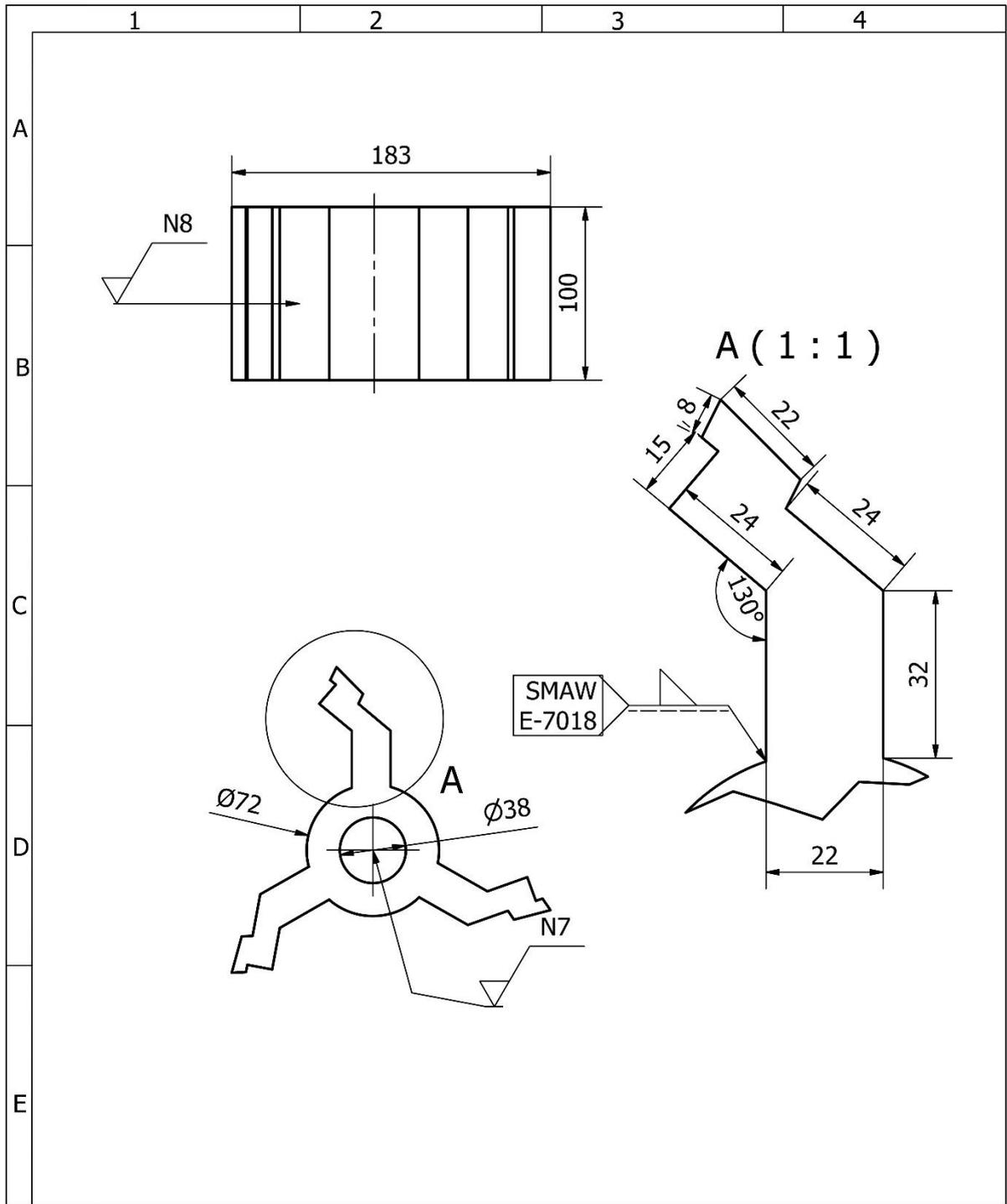
				Tolerancia ± 0.1	Peso 20 kg	Material: ASTM A-36		
						Denominación: Estructura Metalica	Escala 1:8	
				Dib.	18/3/22			Agila & Bayas
				Rev.	31/3/22			Msc. D. Trujillo
				Apro.				
				U. T. C. Ext. La Maná Firma/Empresa		Numero de Dibujo: 01 de 07		
Edi- ción	Modifi- cación	Fecha	Nombre			(Sustitución)		



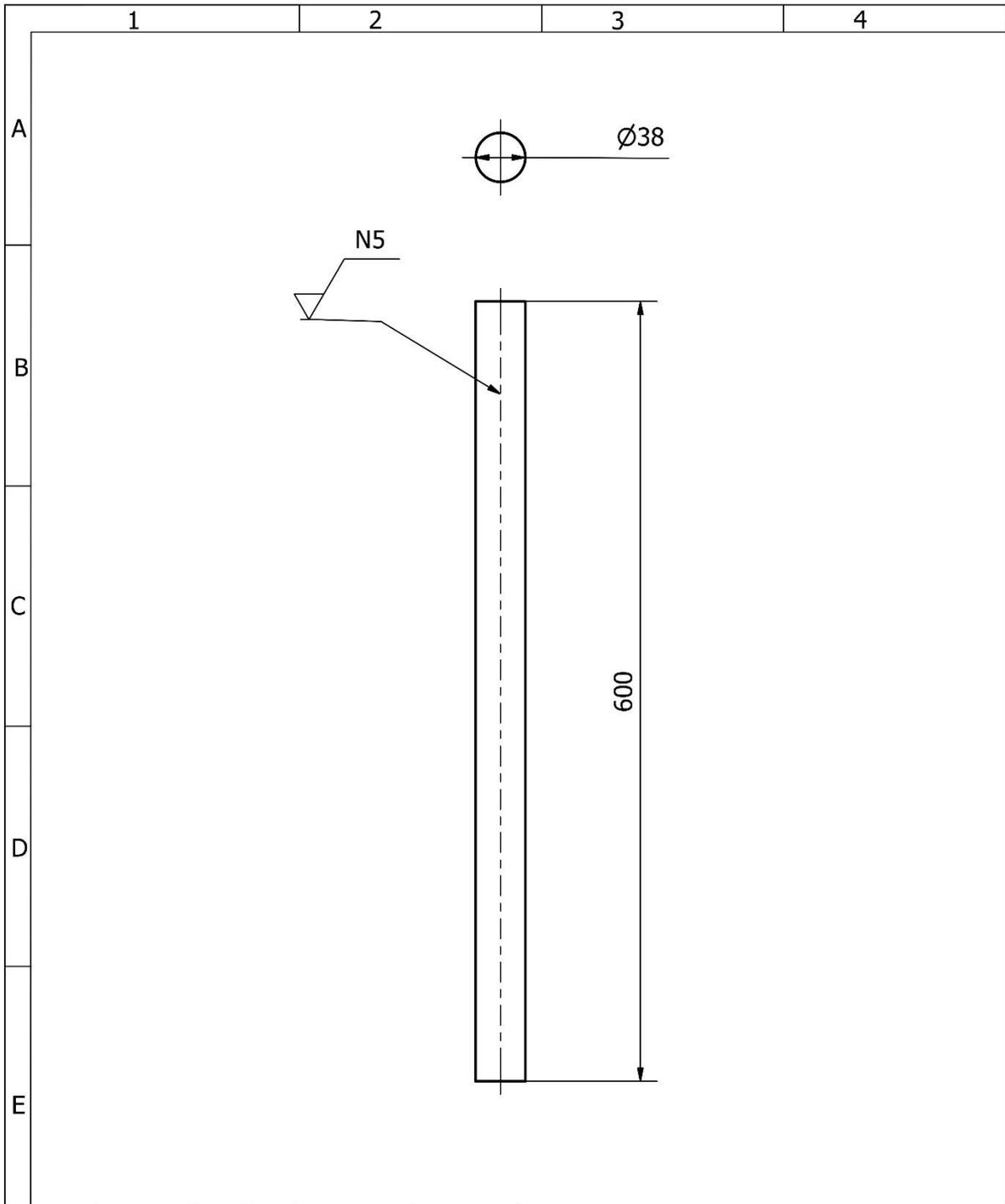
				Tolerancia ± 0.1	Peso 2.8 kg	Material: ASTM A-36	
						Denominación: Base Motor	Escala 1:3
						Numero de Dibujo: 02 de 07 (Sustitución)	⊕
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	U. T. C. Ext. La Maná Firma/Empresa			



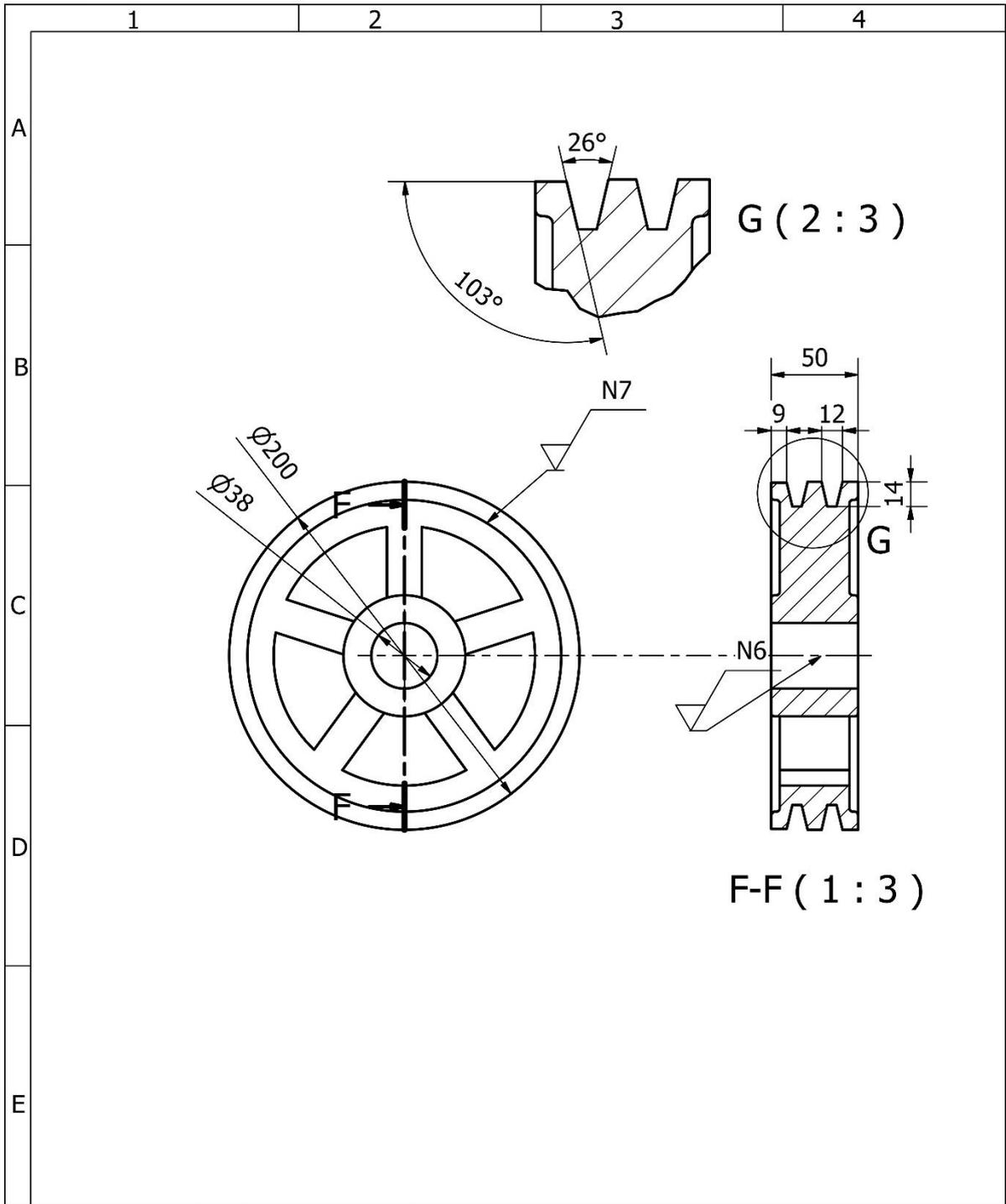
				Tolerancia ± 0.1	Peso 12.9 kg	Material: ASTM A-36	
						Denominación: Carcasa Molino	Escala 1:4
				Fecha	Nombre		
				Dib. 18/3/22	Agila & Bayas		
				Rev. 31/3/22	Msc. D. Trujillo		
				Apro.			
				U. T. C. Ext. La Maná		Numero de Dibujo: 03 de 07	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Firma/Empresa		(Sustitución)	



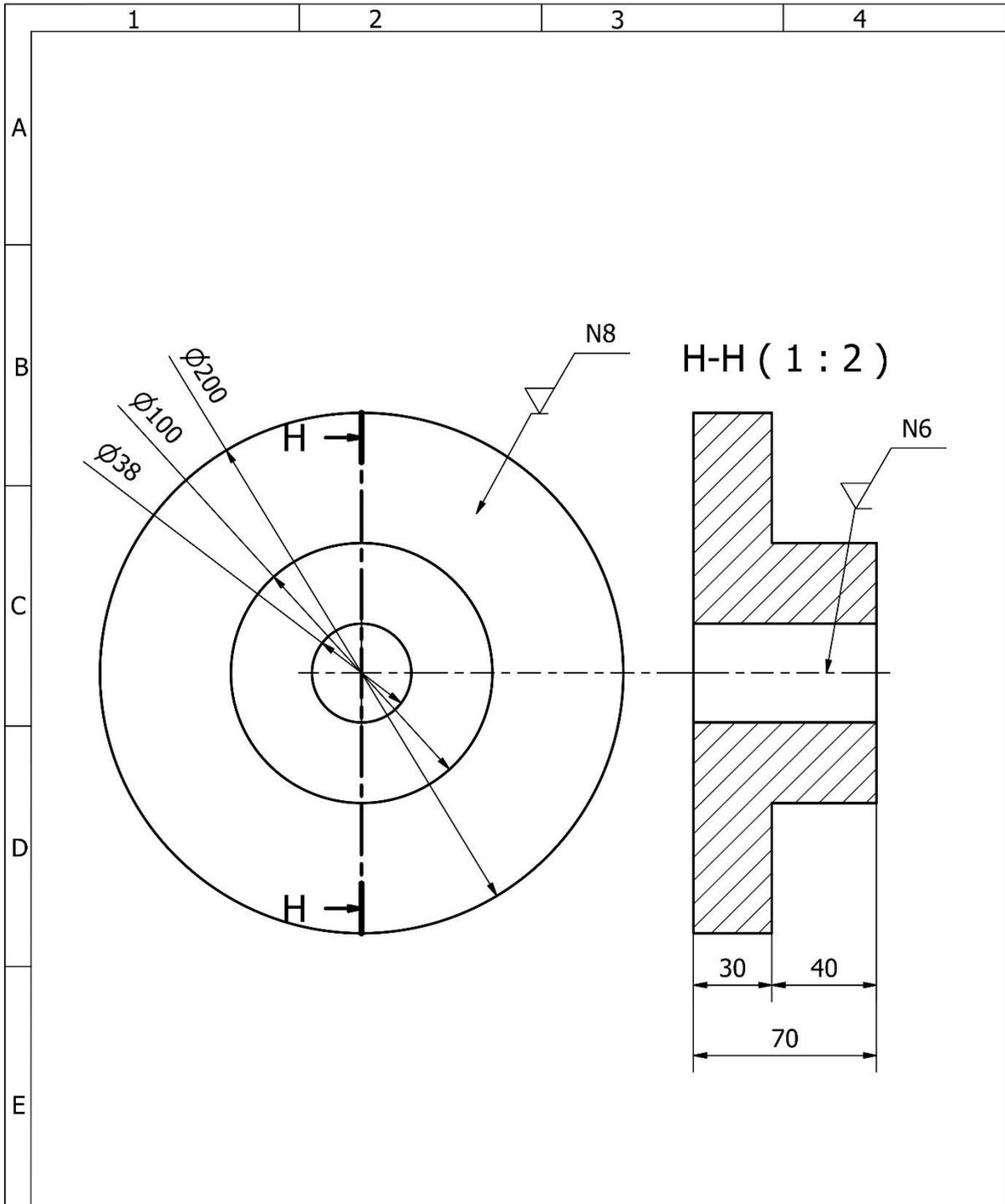
				Tolerancia ± 0.1	Peso 5.8 kg	Material: SAE-1045	
				Dib.	Fecha 18/3/22	Nombre Agila & Bayas	Denominación: Porta Cuchillas
				Rev.	31/3/22	Msc. D. Trujillo	
				Apro.			Escala 1:3
				U. T. C. Ext. La Maná Firma/Empresa		Numero de Dibujo: 04 de 07	⊕
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



				Tolerancia ± 0.1	Peso 5.3 kg	Material: SAE-1045		
						Denominación: Eje Principal	Escala 1:4	
				Dib.	18/3/22			Agila & Bayas
				Rev.	31/3/22			Msc. D. Trujillo
				Apro.				
					U. T. C. Ext. La Maná		Numero de Dibujo: 05 de 07 (Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre		Firma/Empresa			



				Tolerancia ± 0.1	Peso 2.3 kg	Material: Al-6061	
				Fecha 18/3/22	Nombre Agila & Bayas	Denominación: Polea Conducida	Escala 1:3
				Rev. 31/3/22	Msc. D. Trujillo		
				Apro.		Numero de Dibujo: 06 de 07 (Sustitución)	⊕
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	U. T. C. Ext. La Maná Firma/Empresa			



				Tolerancia ± 0.1	Peso 7.1 kg	Material: ASTM A-131	
						Denominación: Contrapeso	Escala 1:2
				Fecha	Nombre		
				Dib.	18/3/22	Agila & Bayas	
				Rev.	31/3/22	Msc. D. Trujillo	
				Apro.			
				U. T. C. Ext. La Maná		Numero de Dibujo: 07 de 07	⊕
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Firma/Empresa		(Sustitución)	

Document Information

Analyzed document	TESIS GEOVANNA Y BAYAS.pdf (D132963801)
Submitted	2022-04-07T18:52:00.0000000
Submitted by	
Submitter email	yoandrys.morales@utc.edu.ec
Similarity	1%
Analysis address	yoandrys.morales.utc@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / ChangoluisaFinal 31 de marzo.docx Document ChangoluisaFinal 31 de marzo.docx (D132967660) Submitted by: yoandrys.morales@utc.edu.ec Receiver: yoandrys.morales.utc@analysis.arkund.com	 2
SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / TESIS QUINTANA JAVIER - RODRIGUEZ JOSE.docx Document TESIS QUINTANA JAVIER - RODRIGUEZ JOSE.docx (D97748784) Submitted by: paco.vasquez@utc.edu.ec Receiver: paco.vasquez.utc@analysis.arkund.com	 2
SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / TESIS QUINTANA JAVIER - RODRIGUEZ JOSE.docx Document TESIS QUINTANA JAVIER - RODRIGUEZ JOSE.docx (D97675709) Submitted by: paco.vasquez@utc.edu.ec Receiver: paco.vasquez.utc@analysis.arkund.com	 3
SA	Tesis Jonathan Flores -31Enero2017.docx Document Tesis Jonathan Flores -31Enero2017.docx (D25410756)	 1
