



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
Sede Santo Domingo

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E INDUSTRIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

Informe del proyecto técnico para obtener el título de:
INGENIERO AUTOMOTRIZ

DISEÑO Y SELECCIÓN DE COMPONENTES DE UNA RECTIFICADORA
DE DISCOS Y TAMBORES DE FRENO

Autor

RODNEY RENE ARCA ZAVALA

Director

ING. FALCONI BORJA MANUEL ARTURO, *MSc.*

Santo Domingo de los Tsáchilas – Ecuador

JULIO – 2017

**DISEÑO Y SELECCIÓN DE COMPONENTES DE UNA RECTIFICADORA
DE DISCOS Y TAMBORES DE FRENO.**

Ing. Falconi Borja Manuel Arturo, *MsC.*
DIRECTOR

APROBADO

Ing. Karina Cuenca Tinoco, *MsC.*
PRESIDENTA DEL TRIBUNAL

Ing. Jorge Vega Peñafiel, *MsC.*
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Gabriel Obregón Veloz, *MsC.*
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Santo Domingo,de.....2017

Autor:	RODNEY RENE ARCA ZAVALA
Institución:	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
Título:	DISEÑO Y SELECCIÓN DE COMPONENTES DE UNA RECTIFICADORA DE DISCOS Y TAMBORES DE FRENO
Fecha:	JULIO, 2017

El contenido del presente trabajo está bajo la responsabilidad del autor y no ha sido plagiado.



Arca Zavala Rodney Rene
CI. 1724205131

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
Sede Santo Domingo

INFORME DEL DIRECTOR

Santo Domingo, 19 de Julio del 2017.

Señora Ingeniera

Karina Cuenca Tinoco, *MsC.*

**COORDINADOR DE FACULTAD CIENCIAS DE LA
INGENIERÍA E INDUSTRIAS UTE SD**

Presente.-

Señora Coordinadora:

Mediante la presente tengo a bien informar que el trabajo investigativo realizado por el señor *RODNEY RENE ARCA ZAVALA*, cuyo título es *“DISEÑO Y SELECCIÓN DE COMPONENTES DE UNA RECTIFICADORA DE DISCOS Y TAMBORES DE FRENO”*; ha sido elaborado bajo mi supervisión y revisado en todas sus partes, *el mismo que no ha sido plagiado*, por lo cual autorizo su respectiva presentación.

Particular que informo para fines pertinentes.

Cordialmente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Falconi', enclosed within a large, stylized blue oval scribble.

Ing. Falconi Borja-Manuel Arturo, *MsC.*
DIRECTOR

Dedicatoria

A mis padres, Nancy Zavala y Rene Arca; quienes han estado en todo momento en mi vida, guiándome e inculcándome la honradez, el trabajo digno y el progreso educativa.

A mi hermano, por ser mi modelo de superación, por estar presente en mi proceso educativo el cual ha rendido frutos al haber elaborado este proyecto

A mis compañeros, docentes y aquellas personas que contribuyeron a acercarme a mi objetivo.

RODNEY RENE ARCA ZAVALA

Agradecimiento

A Dios por ser el pilar fundamental en mi vida y por las oportunidades que me ha obsequiado con el transcurrir del tiempo.

A los que influyeron en el transcurso de mi preparación académica.

A la Universidad Tecnológica Equinoccial, por permitirme ser parte de ella y culminar mi carrera.

A mi Director de carrera y tesis, Ing. Arturo Falconí, por brindarme la oportunidad de compartir su conocimiento científico, su disponibilidad y colaboración ante toda eventualidad.

A mis padres que se esforzaron por apoyarme en mi carrera estudiantil; por dejar de lado su bienestar para que yo tenga un futuro prometedor.

A mi hermano quién me guio a lo largo de mi educación y sobre todo en la elaboración de este documento.

Este logro es en gran parte gracias a ustedes.

RODNEY RENE ARCA ZAVALA

FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

PROYECTO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	172420513-1
APELLIDO Y NOMBRES:	Arca Zavala Rodney Rene
DIRECCIÓN:	Av. Quevedo Km 1.
EMAIL:	rodneymarca@hotmail.com
TELÉFONO FIJO:	02-757-739
TELÉFONO MOVIL:	0982762652

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Diseño y selección de componentes de una rectificadora de discos y tambores de freno
AUTOR O AUTORES:	Rodney Rene Arca Zavala
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Julio, 2017
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Ing. Arturo Falconí Borja, MsC.
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Automotriz
RESUMEN:	Los sistemas de seguridad activa han evolucionado, ahora se habla no solo de ABS, sino también de EBD, ESP entre otros, los cuales trabajan directamente con los frenos. Al tener fallas en los discos y tambores de frenos, los sistemas trabajarán de forma errónea y no podrán contribuir a la protección del conductor. Por ende con el diseño y

selección de componentes de una rectificadora de discos y tambores de freno se eliminará fallos en los mismos; que por cuestiones ambientales y desgaste, estos empiezan a producir irregularidades en sus áreas de contacto. De esta manera obtendremos discos y tambores libres de daños y sujetos a las especificaciones técnicas del fabricante, para así tener buenos resultados en el frenado del vehículo.


Este proyecto trata sobre el diseño y selección de componentes de una rectificadora de discos y tambores de freno para la Universidad Tecnológica Equinoccial, la misma que dispondrá de todos los componentes mecánicos, para posibilitar a los estudiantes de Ingeniería Automotriz observar el funcionamiento y la práctica del rectificado. De igual forma facilite a los docentes dictar sus clases y dirigir prácticas.

Al realizar este proyecto se tendrá la oportunidad de difundir los conocimientos que se han adquirido en las aulas universitarias el cual beneficiará a estudiantes y profesores. El proceso de selección de los materiales se sustentará en estudios de análisis de estructuración mediante software de diseño asistido por computadora (CAD) los cuales indicarán la viabilidad y

	desempeño del proyecto, concluyendo con el análisis de los datos generados.
PALABRAS CLAVES:	Rectificadora de freno, análisis estructural, software de diseño, materiales de construcción.
ABSTRACT:	<p>Active safety systems have developed, now it is state not only of ABS, but also of EBD, ESP among others, which work directly with the brakes. With faults in brake discs and drums, the systems will work wrongly and will not contribute to driver protection. As a result, the design and selection of components of a disc grinding machine and brake drums will eliminate faults in them; which due to environmental issues and wear and tear, these are beginning to produce irregularities in their contact areas. In this way we will obtain discs and drums free of damage and subject to the technical specifications of the manufacturer, in order to have good results in the braking of the vehicle. This project deals with the design and selection of components of a disc grinding machine and brake drums for the Equinoctial Technological University, which will have all the mechanical components, to enable students of Automotive Engineering to observe the operation and practice of the repaired. Likewise, make it easier for</p>

	<p>teachers to dictate their classes and lead practices.</p> <p>When doing this project will have the opportunity to publish the knowledge that has been taught in the university classrooms which will benefit students and teachers. The selection process of the materials will be based on studies of structuring analysis using computer aided design software (CAD) which will show the viability and performance of the project, concluding with the analysis of the data generated.</p>
KEYWORDS	<p>Brake drum, structural analysis, design software, construction materials.</p>

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.



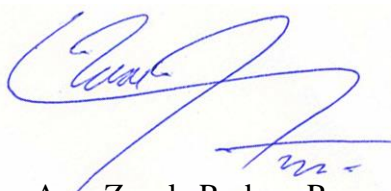
Arca Zavala Rodney Rene
C.I. 1724205131

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **ARCA ZAVALA RODNEY RENE**, CI 1724205131 autor del proyecto titulado: **Diseño y selección de componentes de una rectificadora de discos y tambores de freno**, previo a la obtención del título de **INGENIERO AUTOMOTRIZ** en la Universidad Tecnológica Equinoccial.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad Tecnológica Equinoccial a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Santo Domingo, 26 de julio de 2017



Arca Zavala Rodney Rene
C.I. 1724205131

ÍNDICE DE CONTENIDO

Portada.....	I
Sustentación y aprobación de los miembros del tribunal.....	II
Responsabilidad del autor	III
Aprobación del director.....	IV
Dedicatoria	V
Agradecimiento	VI
Formulario de registro bibliográfico	VII
Declaración y autorización.....	XI
Índice de contenido	XII
Índice de tablas.....	XIII
Índice de figuras.....	XV
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO REFERENCIAL.....	4
III. METODOLOGÍA	21
IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	43
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	50
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
ANEXOS	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Propiedades de las fundiciones de hierro con grafito esferoidal utilizadas para la construcción de discos de freno.....	16
Tabla 2.	Propiedades de las fundiciones de hierro con grafito (fundición gris) utilizadas para la construcción de discos de freno.....	17
Tabla 3.	Propiedades de las fundiciones de hierro con grafito esferoidal utilizadas para la construcción de tambores de freno.....	18
Tabla 4.	Propiedades de las fundiciones maleables blancas utilizadas para la construcción de tambores de freno.....	18
Tabla 5.	Propiedades del material de la Carcasa Inferior.....	22
Tabla 6.	Resultados del estudio de la Carcasa Inferior.....	24
Tabla 7.	Propiedades del material de la Piñón Secundario.....	25
Tabla 8.	Resultados del estudio del Piñón Secundario.....	27
Tabla 9.	Propiedades del material del Eje motriz.....	27
Tabla 10.	Resultados del estudio del Eje Motriz.....	30
Tabla 11.	Selección del factor de seguridad basando en la tabla de trabajo.....	31
Tabla 12.	Factor de velocidad (fn).....	37
Tabla 13.	Factor de esfuerzos dinámicos (f_1).	37
Tabla 14.	Valores de juegos radiales.....	38
Tabla 15.	Tabla de cargas dinámicas en función del diámetro de eje.....	41
Tabla 16.	Análisis económico.....	42
Tabla 17.	Propiedades de estudio de la carcasa.....	43
Tabla 18.	Unidades.....	43
Tabla 19.	Peso en carcasa.....	44
Tabla 20.	Sujeción en carcasa.....	44
Tabla 21.	Carga en carcasa.....	44
Tabla 22.	Detalles de malla de carcasa.....	45
Tabla 23.	Peso en eje.....	45
Tabla 24.	Sujeción en eje.....	46
Tabla 25.	Carga en eje.....	46

Tabla 26.	Detalles de malla de eje.....	47
Tabla 27.	Sujeción en Eje	48
Tabla 28.	Carga de piñón.....	48
Tabla 29.	Detalles de malla de piñón	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Eje.....	5
Figura 2.	Porta-cuchillas de tambores.....	6
Figura 3.	Porta-cuchillas de discos	6
Figura 4.	Adaptadores	7
Figura 5.	Sujetadores	7
Figura 6.	Soporte sujetador de porta cuchillas.....	8
Figura 7.	Refrentado	8
Figura 8.	Cilindrado	9
Figura 9.	Herramienta de plaquita soldada	11
Figura 10.	Herramienta de plaquita intercambiable.....	11
Figura 11.	Esquema de una herramienta de corte	12
Figura 12.	Ángulos de corte de cuchilla	13
Figura 13.	Sección transversal en corte disco de freno.....	17
Figura 14.	Sección transversal en corte freno de tambor.....	18
Figura 15.	Tensiones Von Mises Carcasa inferior.....	22
Figura 16.	Desplazamiento estático de la Carcasa Inferior.....	23
Figura 17.	Deformaciones unitarias de la Carcasa Inferior	23
Figura 18.	Factor de Seguridad	24
Figura 19.	Tensiones Von Mises Piñón Secundario	25
Figura 20.	Desplazamiento estático del Piñón Secundario	25
Figura 21.	Deformaciones unitarias del Piñón Secundario.....	26
Figura 22.	Factor de Seguridad	26
Figura 23.	Tensiones Von Mises Eje Motriz	28
Figura 24.	Desplazamiento estático del Eje Motriz	28
Figura 25.	Deformaciones unitarias del Eje Motriz.....	29
Figura 26.	Factor de Seguridad	29
Figura 27.	Estudio en CAD sobre el factor de seguridad del eje.....	32
Figura 28.	Calculo de diente de engranaje.....	36
Figura 29.	Carcasa superior	38
Figura 30.	Diagrama de fuerzas y reacciones	39
Figura 31.	Análisis estático para carcasa inferior	45

Figura 32.	Análisis estático para eje.	47
Figura 33.	Análisis estático para piñón.....	49

I. INTRODUCCIÓN

Las operaciones de rectificado, tienen su origen en técnicas antiguas, utilizadas para afilar instrumentos cortantes.

En el siglo XVIII, para el pulido de metales, se utilizaban abrasivos naturales reducidos a granos finos para adherirlos a papel. Normalmente conocidos hoy en día como papel de lija.

Las primeras muelas se fabrican utilizando esmeril natural. En 1838, la empresa "Nasmyth & Gaskell Co." y James Whitelaw construyeron máquinas para rebarbado de piezas de fundición. (F. G. Kreutzberger, 2000)

En 1864, "Eibar" introduce la técnica de pulimento mecánico, utilizando poleas bañadas de esmeril para el pulido y escobas para abrillantar, montadas en cabezales que giraban con energía hidráulica en su molino de Urkusua.

En 1845, se fabrican las primeras muelas artificiales; en 1870 se fabrica la primera máquina fresadora y unos años más tarde ve la luz la rectificadora "sin centros" para rectificar cilindros.

En 1850 se construye una rectificadora cilíndrica, especial ya que el movimiento longitudinal se conseguía mediante el movimiento del cabezal, y la mesa fija podía girar circularmente.

En 1875, "Brown & Sharpe" diseñó y fabricó una máquina llamada universal que no adquirió tal cualidad hasta que en 1880 se le añadió un dispositivo para el rectificado interior. En 1880, la misma empresa construye una pequeña rectificadora de superficies planas y en 1887 un rectificador puente.

En 1893, con el descubrimiento del "carborundum", se fabrican muelas que alcanzan velocidades periféricas muy altas para esa década. Este fue el principio de la nueva era industrializada.

La industria del automóvil demanda consecutivamente nuevas máquinas de rectificado y de esta manera se fabrican nuevos modelos de rectificadoras cilíndricas, planas y de interiores.

El discernimiento teórico y físico de funcionamiento de un mecanismo facilita el entendimiento de la materia de estudio.

Hablar del sistema de frenos, es referirse a uno de los sistemas más importantes que componen un vehículo, ya sea porque es el encargado de disminuir y detener la velocidad del vehículo o por la seguridad que representa el mismo frente a varios factores.

Por su gran importancia, durante varios años, los ingenieros han mejorado el sistema de frenos del automóvil, logrando avances significativos; pero por muchas mejoras que se hayan logrado en el sistema de frenos, en algún momento de su vida de trabajo fallarán, ya sea por mal manejo, falta de mantenimiento, factores naturales y por desgastes de trabajo.

Estos factores suelen producir daños graves en los discos y tambores de frenos y los efectos que conllevan estos daños con vibraciones, desgaste anormal de neumáticos, frenadas imprecisas y peligrosas.

Con la asistencia de la tecnología metalúrgica, evolución en procesos de mecanizado, torneado y producción industrial, se ha logrado precisar que elementos como los discos y tambores de freno tengan una segunda oportunidad de uso en el sistema de frenado.

La Universidad Tecnológica Equinoccial, referente en el ámbito de educación y su aporte a su desarrollo, contribuye a la formación de estudiantes de excelencia y a través de la carrera de Ingeniería Automotriz, ofrece para su formación, una preparación práctica de las asignaturas específicas y afines que contempla el pensum de estudio.

En este sentido, el problema técnico del presente proyecto es, que el taller de Ingeniería Automotriz de la Universidad Tecnológica Equinoccial como apoyo al proceso de enseñanza académica, no dispone de una máquina rectificadora de discos y tambores de freno, al tenerla ayudará a mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Es así, que con el diseño y selección de componentes de una rectificadora de discos y tambores de freno, dirigido a la docencia del taller de Ingeniería Automotriz, permitiría una formación adecuada de los estudiantes, quienes obtendrían un conocimiento adicional en uno de los sistemas de seguridad activa más importantes y eficaz del automóvil, ya que no solo contarían con conocimiento teórico de mecanizado, sino también con experiencia práctica, garantiza que el profesional de Ingeniería Automotriz aplique sus conocimientos en el campo laboral de la rectificación.

El conocimiento teórico del problema técnico y cuál es la necesidad de resolverlo es el diseño y selección de componentes de una rectificadora de discos y tambores de freno para la Universidad Tecnológica Equinoccial, la misma que disponga de todos los componentes mecánicos, que posibilite a los estudiantes de Ingeniería Automotriz observar el funcionamiento y la práctica del rectificado. De igual forma facilite a los docentes dictar sus clases y dirigir prácticas.

El objetivo general del siguiente proyecto técnico es diseñar y seleccionar componentes de una rectificadora de discos y tambores de freno para la Universidad Tecnológica Equinoccial. Para de esta manera lograr:

- Identificar componentes y funcionamiento de la maquina rectificadora de discos y tambores de freno.
- Determinar componentes necesarios para la construcción de la máquina rectificadora de discos y tambores de freno.
- Modelar y analizar esfuerzos en la estructura principal utilizando un programa computacional CAD.
- Determinar los materiales necesarios para la construcción de la estructura de la máquina rectificadora de discos y tambores de freno.
- Realizar guías de prácticas.

II. MARCO REFERENCIAL

Rectificadora de frenos de discos y tambores.

Rectificadora basada en el funcionamiento del torno paralelo convencional, pero diseñada específicamente para realizar trabajos de mecanizado en discos y tambores de frenos. Un torno compacto, sin muchos componentes y con una sencilla operación logrando realizar el cilindrado y el refrentado fácilmente. “Una de sus características es el uso de doble cuchilla contra el disco de frenos dando así un trabajo preciso de refrentado en las dos paredes del disco y así apurando el proceso a diferencia de un torno común”. (Arrollo, J., 1996)

Estructura de la rectificadora de frenos de discos y tambores.

La rectificadora de Discos y tambores se compone de la siguiente estructura:

Elementos componentes.

Cabezal

Su misión es sujetar al eje y el movimiento que realiza es solidario a la caja de velocidades.

Carro móvil

Diseñado en forma de riel, en este se sujeta la porta cuchillas para discos o tambores.

Cadena Cinemática.

Motor

Compuesto por el motor eléctrico Y801-2 B3 de A.C. produciendo un movimiento y velocidad constante de la pieza a refrentar.

Caja de velocidades

Sistema de piñones que producirán el giro y velocidad al cabezal, el cual será determinado por la relación de piñonería con el motor, la caja de cambios es lubricada con aceite de caja de cambios automotor. (Ferrer R. Julian, 2008)

Caja de avance

Determina la velocidad de avance y a su vez la velocidad de giro el cabezal, internamente está compuesta por conjunto de piñonería.

Ejes de avance

Transmiten el movimiento producido por el motor; en los tornos solo se utilizan los ejes X y Z.

Accesorios

Esta rectificadora de discos y tambores equipa varios accesorios para poder realizar los trabajos específicos de la máquina.

Eje

“Barra de hierro en la cual soportara las piezas a mecanizar, En un extremo ingresa dentro del cabezal y se sujetará; al otro extremo (donde ingresa la pieza a mecanizar) tiene una rosca para colocar la tuerca que sujetará a la pieza a mecanizar”. (Frederick C. Nash, 2004)

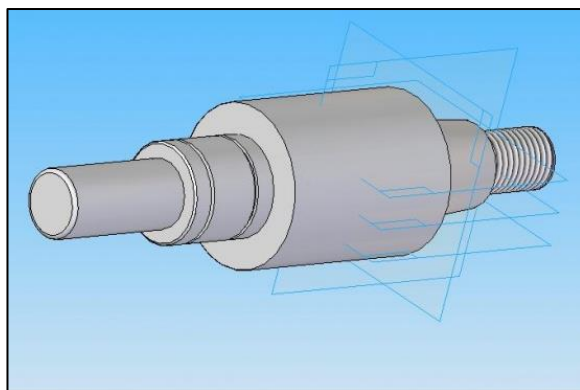


Figura 1. Eje

Fuente: (www.wikifab.dimf.etsii.upm.es)

Porta-cuchillas de tambores

Barra de hierro que aloja a 1 cuchilla de corte la cual se sujeta mediante un perno, esta barra se aloja en el carro móvil.



Figura 2. Porta-cuchillas de tambores
Fuente: R. Arca (2017)

Porta-cuchillas de discos

Porta cuchilla en forma de mano de cangrejo, la cual sostiene a 2 cuchillas para realizar el refrentado en las 2 caras del disco.

El porta cuchillas está compuesto por 1 micrómetro la cual junta o separa una cuchilla de la otra; y en el extremo tiene 2 pernos que sujeta el brazo al carro móvil.



Figura 3. Porta-cuchillas de discos
Fuente: R. Arca (2017)

Adaptadores

Son necesarios para ayudar a posicionar los discos o tambores al eje junto con la tuerca correctamente; son extensiones que se introducen al eje y de esta manera junto con la pieza a refrentar. Existen de diferentes medidas y tamaños, estos dependen de la rectificadora y su fabricante.



Figura 4. Adaptadores

Fuente: R. Arca (2017)

Sujetadores

Utilizados tanto para discos y tambores, su función es sujetar a la pieza a refrentar en conjunto y existen de diferentes medidas y formas.



Figura 5. Sujetadores

Fuente: R. Arca (2017)

Operaciones de la rectificadora de frenos de discos y tambores.

La rectificadora de frenos de discos y tambores cuenta con dos ejes de dirección de desplazamiento; el X y el Y. El eje X desplaza transversalmente en dirección de izquierda a derecha al carro móvil. En el caso del eje Y el carro móvil se desplaza transversalmente de adentro a fuera. (J. Alonso, 2008)

Soporte Sujetador de porta cuchillas

Son soportes sujetadores de diferentes porta-cuchillas; según el diseño de la máquina será el soporte de la misma.



Figura 6. Soporte sujetador de porta cuchillas
Fuente: R. Arca (2017)

Refrentado

Para (Marti, A., 1993) el refrentado es un procedimiento en el que se mecaniza una de las caras del disco de frenos en el plano perpendicular al eje de giro. En este proceso las cuchillas avanzan desde el centro del disco hacia afuera, dando un acabado preciso en las dos caras del disco de frenos.

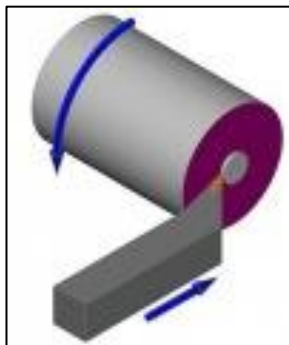


Figura 7. Refrentado
Fuente: (www.wikifab.dimf.etsii.upm.es)

Cilindrado

Según J. Alonso, et al 2008 es una operación de maquinado que se realiza al tambor de frenos, en el proceso el carro móvil dirige a la cuchilla hacia la parte interna del tambor de frenos; desbastando de esta manera la zona donde la zapata tiene contacto con el tambor. El trabajo sucede en el eje Y de adentro a fuera.

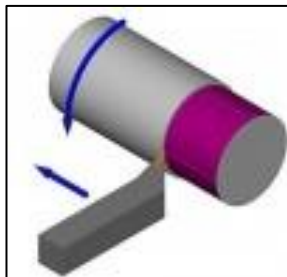


Figura 8. Cilindrado

Fuente: (www.wikifab.dimf.etsii.upm.es)

Factores de trabajo de la rectificadora de discos y tambores

Velocidad de giro

Se refiere a la velocidad en la que gira el cabezal, y se mide en rpm, en el mercado existen varias rectificadoras que contienen una o más velocidades de giro

Movimiento de corte

Es el movimiento de la cuchilla sobre el disco a rectificar. En el momento en que la cuchilla entra en contacto con la pieza a rectificar se genera una velocidad lineal llamada velocidad de corte y se mide en metros sobre minuto. (Molera, P., 2001)

$$V_c = \frac{n \times \pi \times d}{1000}$$

Donde:

V_c: velocidad de corte

n: velocidad de giro

d: diámetro de la pieza

Movimiento de avance

Movimiento que realiza la cuchilla sobre la superficie de la pieza a maquinar, se mide en milímetros por minuto (f) o milímetros por revolución (f_n)

$$f = f_n \times n$$

Profundidad de pasada

Se refiere a la cantidad de viruta que desprende la pieza que se maquina al entrar en contacto con la cuchilla de corte, se mide en milímetros.

Tiempo principal

Se refiere al tiempo en el que se demora en rectificar la pieza, desde el inicio hasta el final y se mide de esta manera:

$$t_p = \frac{\pi \times d \times gr \times i}{1000 \times vc \times v}$$

Donde:

- t_p = Tiempo principal en min.
- d = Diámetro antes de torneear en mm.
- gr = Longitud de torneado en mm.
- i = Número de pasadas.
- vc = Velocidad de corte.
- v = Velocidad de avance en mm/vuelta.

Herramienta de corte

Es una cuchilla que estará en contacto directo con las piezas a maquina, su función es arrancar viruta y pulir la pieza al final del trabajo dando así un acabado perfecto.

El material con el que está fabricado debe de ser más dura que la del material que se desbastará de esta manera logrará el arranque de viruta deseado.

Existen 4 tipos de cuchillas en el mercado por ejemplo:

Entera

La cuchilla en este caso es de un solo cuerpo.

Soldada

Esta cuchilla contiene dos materiales soldados, uno de ellos es para la parte donde será sujeta con la porta cuchillas y la otra donde entrara en contacto con la pieza a maquinar.

De plaquita soldada

Se la reconoce porque tiene una plaquita de corte soldada en el cuerpo de la cuchilla



Figura 9. Herramienta de plaquita soldada

Fuente: (www.seas.es)

De plaquita intercambiable

Se la reconoce a simple vista ya que tiene un mecanismo que sujeta una plaqueta de corte al cuerpo de la cuchilla.

La herramienta de corte más usada en estos días es, la cuchilla de plaqueta intercambiable, ya que es mucho más rentable cambiar la plaqueta de corte al momento de que se desgasta, a diferencia de las demás que se deben afilar con gran técnica, precisión y paciencia.



Figura 10. Herramienta de plaqueta intercambiable

Fuente: (www.seas.es)

Las características que debe cumplir una herramienta de corte en el caso de la rectificadora de discos y tambores son las siguientes:

- Excelente disipación de calor
- Alta dureza

- Alta resistencia al desgaste.
- Alta resistencia térmica
- Alta ductilidad
- Coeficiente rozamiento bajo
- Químicamente estable frente a la disolución y a la oxidación

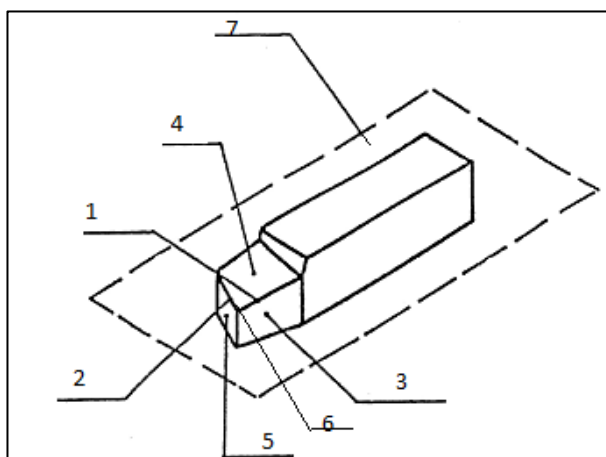


Figura 11. Esquema de una herramienta de corte
Fuente: (www.seas.es)

Partes

1. Filo corte principal.
2. Filo corte secundario.
3. Superficie de incidencia principal.
4. Superficie de desprendimiento (ataque).
5. Superficie de incidencia secundaria.
6. Punta.
7. Cuerpo.

Partes de mayor importancia

- **Superficie de ataque**

Por donde se da fluencia de viruta

- **Superficie de incidencia**

Superficie de la herramienta y de ella depende el rozamiento y calentamiento generado.

- **Filo principal**

Parte del filo de ataque hacia la superficie de la pieza

- **Punta**

En ella se intersecan los filos principal y secundario.

Ángulos principales

- Ángulo principal de incidencia “ α ” (Alfa).
- Ángulo de filo “ β ” (Beta).
- Ángulo de desprendimiento “ γ ” (Gama).
- Ángulo de inclinación del borde cortante “ λ ” (Lamda).

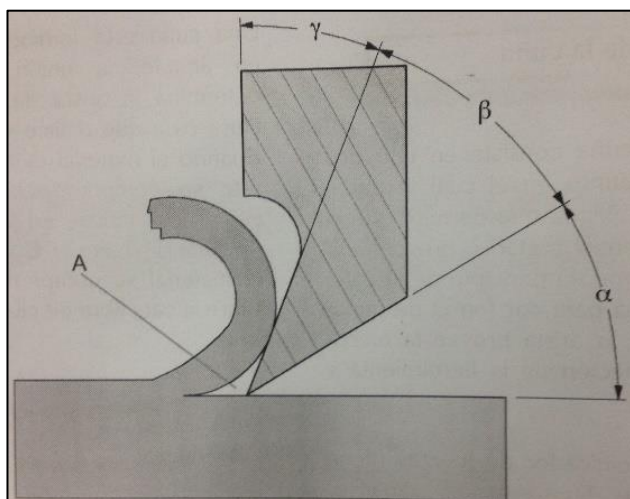


Figura 12. Ángulos de corte de cuchilla

Fuente: (www.clanhackerspace.wordpress.com)

Ángulo de incidencia α

Formado por la superficie de la pieza mecanizada y de la superficie de incidencia de la cuchilla. De esta manera evita fricción entre las superficies de las piezas y disipa el calor.

Ángulo de filo β

Formado por la superficie de ataque y la superficie de incidencia de la cuchilla. Este ángulo establece que tan puntiaguda será la cuchilla y que tan débil será. Mientras mayor sea su punta de la cuchilla mayor será el riesgo de romperse

Ángulo de desprendimiento γ

Formado por la superficie de ataque de la cuchilla y la línea radial de la pieza. Cuando este ángulo es grande el esfuerzo para cortar disminuye, cuando es pequeño la velocidad de corte será rápida, este ángulo influye en la forma de la viruta,

Ángulo de inclinación λ

Este ángulo dirige la salida de viruta y permite que la cuchilla se incline con respecto a la pieza a maquinar

Estandarización de las herramientas de corte

Por la dirección de avance

- Corte derecho (R): El avance de la cuchilla es de derecha a izquierda.
- Corte izquierdo (L): El avance de la cuchilla es de izquierda a derecha

Por el método de fabricación

- **Herramientas completas**

Se fabrican en una sola pieza, en la forma solicitada y en un mismo material.

- **Herramientas compuestas**

El cuerpo y la punta son de materiales distintos.

- **Cuchillas con plaquitas intercambiable**

Se coloca una plaquita sobre su punta y su agarre es mecánico.

- **Cuchillas con placa soldada**

Su cuerpo es de acero y la pastilla o placa soldada es de acero rápido o *widia*.

Las cuchillas de placa soldada se clasifican según normas ISO y DIN (ver tabla 17 en Anexo).

“La rectificadora de discos y tambores de freno posee cuchillas con placas soldadas; estas cuchillas se pueden afilar hasta el término de la vida útil de la *widia*”. (Ferrer R. Julian, et al 2008)

Materiales de las plaquitas

Los materiales más utilizados en las herramientas de corte para rectificadoras de discos y tambores son:

- Metales duros o carburos cementados.
- Cerámica.
- Acero al carbono

Metales duros

Esta cuchilla se fabrica a base de polvo de carburo junto con cobalto como aglomerante o varios aglomerantes dando como resultado una cuchilla resistente hasta 815°C con gran dureza y resistencia a desgastes.

Carburos más usados comúnmente son:

- Carburo de tungsteno (WC o *widia*)
- Carburo de titanio (TiC),
- Carburo de tantalio (TaC)
- Carburo de niobio (NbC).

Cerámica

Según (Molera, P., 2001) existen las cuchillas cerámicas de nitruro de silicio y las de óxido de aluminio; se caracterizan por su alta dureza y su negativa reacción química a otros materiales al maquinarse, su contrariedad es fragilidad. Es muy empleada en el sector automotriz en la fabricación de piezas en serie.

Acero rápido

Este material se caracteriza por su alta dureza y resistencia a altas temperaturas” 650°C”, es la más utilizada en trabajos de metales blandos.

Esta herramienta es económica y se puede afilar en el esmeril; es la más utilizada en talleres.

Sus componentes se basan en tungsteno, cromo, vanadio, entre otros elementos ferrosos.

Freno de disco

El sistema de discos de frenos utiliza un mecanismo basado en un componente móvil y otro estático el disco y las pastillas respectivamente. El vehículo logra detenerse gracias a la fricción de estos dos materiales que actúan al estar en contacto mediante la presión del pedal de freno. Las pastillas de freno tienen que realizar un arduo trabajo de agarre, por lo tanto la temperatura es muy elevada. Los discos de frenos deben evacuar esta temperatura para evitar las ondulaciones del mismo y la cristalización de las pastillas de frenos; para lograrlo, la temperatura es disipada por la superficie libre que está expuesta al ambiente. Los fabricantes de discos de frenos han diseñado diferentes tipos de discos de frenos para lograr la disipación de temperaturas como por ejemplo discos ventilados y sólidos; los ventilados son compuestos de dos discos de freno unidos por aletas para disipar el calor a diferencia de los sólidos que se componen por un solo disco de freno; ambos tipos de discos pueden ser perforados en las dos caras del mismo o en una sola respectivamente, también pueden traer pequeñas zanjás. Esto trata de ayudar al disco a disipar el calor que se produce por la fricción.

Los discos de frenos son fabricados en fundición de hierro gris ya que es dimensionalmente más estable que el acero a altas temperaturas. El hierro fundido es un buen transmisor térmico y resistente a la tracción. (Molera, P. et al, 2001)

Tabla 1. Propiedades de las fundiciones de hierro con grafito esferoidal utilizadas para la construcción de discos de freno.

Designación	GGG 50	GGG 60	GGG 70
Resistencia a la tracción N/mm ²	500	600	700
Densidad Kg/dm ³	7,2	7,2	7,3
Punto de Fusión °C	1400	1400	1400
Alargamiento %	7	2	5
Carbono %	3,8	3,5	3,5
Materiales de aleación	...	...	...

Fuente: G. Hamm; G. Burk. Tablas de la Técnica del Automóvil

Tabla 2. Propiedades de las fundiciones de hierro con grafito (fundición gris) utilizadas para la construcción de discos de freno.

Designación	GG 20	GG 25	GG 30	GG 40
Resistencia a la Tracción N/mm ²	200	250	300	400
Densidad Kg/dm ³	7,25	7,25	7,25	7,25
Punto de Fusión °C	1200	1200	1230	1250
Alargamiento %	...	...	...	...
Carbono %	3,2 ...3,4	2,8...3,2	2,6...3,0	2,6...3,0
Materiales de Aleación %	1,6...2 Si	1,8 Si	1,2 ..1,6 Si	1,2..1,6 Si

Fuente: G. Hamm; G. Burk. Tablas de la Técnica del Automóvil

Dimensiones

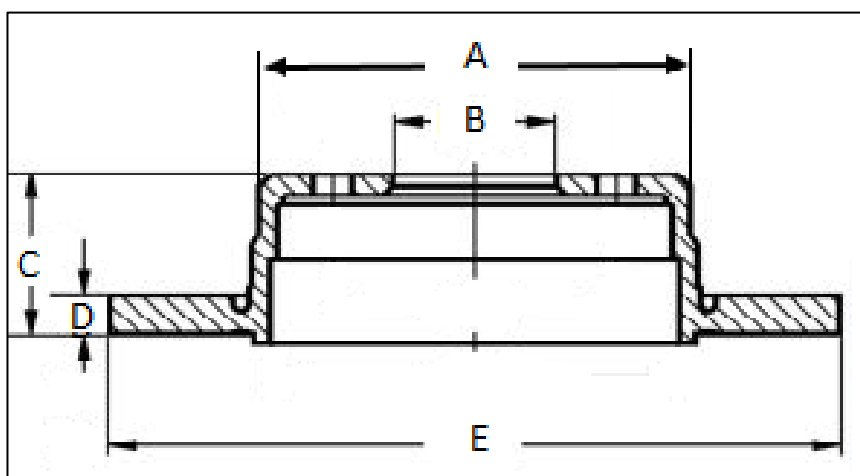


Figura 1. Sección transversal en corte disco de freno

Fuente: (www.mbfaq.com/viewtopic.php)

- A. Diámetro interno.
- B. Diámetro agujero central.
- C. Altura total.
- D. Espesor de la pista.
- E. Diámetro externo

Freno de tambor

Este tipo de frenos está constituido por una parte giratoria llamada Tambor que está sujeta por unos pernos y tuercas al buje de la rueda; y por el plato de freno que es un elemento sólido, el cual está compuesto por el porta freno, quien aloja al bombín, zapatas y accionamientos del sistema.

La ventaja que tiene los frenos de tambor es su protección al medio ambiente por su aislamiento; la desventaja de estos frenos es la disipación de calor. (J. Alonso, et al, 2008)

Se fabrica normalmente es de fundición de Hierro ya que es buen disipador de calor y gran resistencia al desgaste.

Tabla 3. Propiedades de las fundiciones de hierro con grafito esferoidal utilizadas para la construcción de tambores de freno

Designación	GG 50	GGG 60	GGG 70
Resistencia a la Tracción N/mm ²	500	600	700
Densidad Kg/dm ³	7,2	7,2	7,3
Punto de Fusión °C	1400	1400	1400
Alargamiento %	7	2	5
Carbono %	3,8	3,5	3,5
Materiales de Aleación %	...	...	...

Fuente: G. Hamm; G. Burk. Tablas de la Técnica del Automóvil

Tabla 4. Propiedades de las fundiciones maleables blancas utilizadas para la construcción de tambores de freno

Designación	GTW 35	GTW 04	GTW 65
Resistencia a la Tracción N/mm ²	350	400	650
Densidad Kg/dm ³	7,4	7,4	7,4
Punto de Fusión °C	900	950	1050
Alargamiento %	4	5	3
Carbono %	...	...	...
Materiales de Aleación %	...	...	...

Fuente: G. Hamm; G. Burk. Tablas de la Técnica del Automóvil

Dimensiones

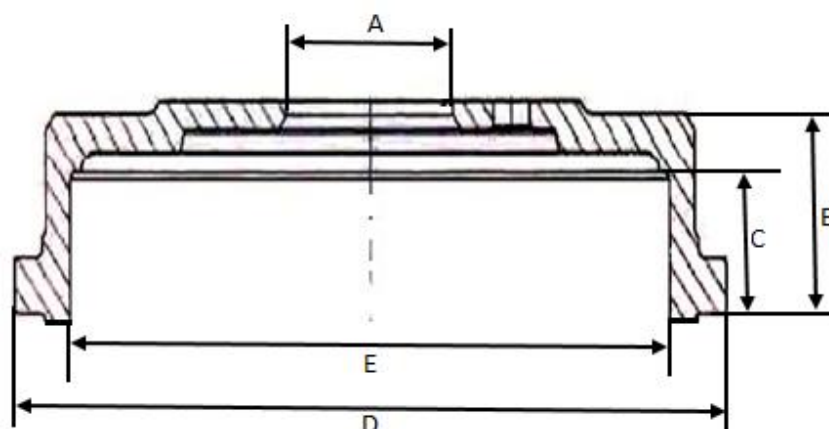


Figura 2. Sección transversal en corte freno de tambor

Fuente: (www.slideplayer.es)

- A. Diámetro Agujero Central
- B. Altura Total
- C. Ancho de la pista.
- D. Diámetro Externo.
- E. Diámetro Interno.

Daños en frenos de tambor y disco

Los daños ocurren tanto en los discos y tambores de freno por algunos motivos que se exponen a continuación:

Cristalización

La Cristalización es causada por el uso excesivo de los frenos, ya que la fricción aumenta la temperatura causando que la superficie de los discos y tambores cambie, de esta manera no se logra la reducción de velocidad en el vehículo.

Se consigue divisar en las caras del disco un tono azulado; esto se puede rectificar siempre y cuando el daño sea leve.

Rayado

Producido por la mala calidad de pastillas y zapatas o una instalación por un técnico no calificado. Suele darse también por cuerpos extraños al sistema, que se encuentran alojados entre las pastillas o zapatas y el disco o tambor respectivamente. O en otros casos cuando las zapatas se han desgastado llegando a descubrirse su parte metálica y esta ha hecho contacto sobre el disco.

Rotura

Se logra divisar en la superficie de frenado grietas; esto ocurre cuando la temperatura cambia bruscamente, por mala calibración de freno.

Si esto ocurre, se debe cambiar los discos y tambores afectados.

Alabeado y ovalamiento.

Este daño se logra identificar con el vehículo en marcha; en vehículos con sistema de frenos de disco el volante sucederá que vibrará al momento de frenar y en los que tienen sistema de frenos de tambor, el pedal de freno saltará al momento de accionarlo.

Este daño se elimina con la rectificada de los discos y los tambores de frenos. (Marti, A., 1993)

III.METODOLOGÍA

El desarrollo del proyecto se respaldó en la aplicación del método experimental y deductivo.

3.1. Metodología

Método deductivo

Es un método científico que considera que la conclusión se encuentra dentro de las premisas. El método se inicia con el análisis de los postulados, teoremas, leyes, principios, etcétera, de aplicación universal y de comprobada validez, para aplicarlos a soluciones o hechos particulares.

De este modo se puede decir que la hipótesis permite, mediante el concepto lógico, tomar una decisión sobre el grado de certeza que posee una conjetura o formular un juicio a partir de otros juicios.

Método experimental

Es un método de investigación en el que se controla deliberadamente las variables para colindar relaciones entre ellas. En este método el investigador manipula una variable y controla el resto de las variables; cuenta con un grupo de control con la que el investigador solo pone a prueba una variable a la vez.

3.2. Contenido técnico

En este apartado se toma como referencia lo citado en el marco teórico, por lo que se adaptará los componentes antes descritos a los requerimientos de la estructura de la carcasa, reiterando, que previamente se elaborarán planos de la carcasa y demás componentes para posteriormente modelarlos en un programa de simulación CAD, teniendo en cuenta las prestaciones que se encuentran en el mercado ecuatoriano.

Diseño mecánico de la rectificadora

Carcasa inferior

Descripción.- Análisis mediante el método de elementos finitos (MEF) de la Carcasa Inferior.

El material que se usó para el análisis de la carcasa inferior es Fundición Gris de la biblioteca de materiales de SolidWorks.

Tabla 5. Propiedades del material de la Carcasa Inferior

Nº	Nombre de sólido	Material	Masa	Volumen
1	Cortar-Extruir1	Fundición Gris	61.7857 kg	0.00858134 m ³
Nombre de material:		Fundición Gris		
Origen del material:		Archivos Pc		
Nombre de biblioteca de materiales:		CARCASA	INFERIOR	DE
		RECTIFICADOR.SLDprt		
Tipo de modelo del material:		Isotrópico elástico lineal		
Nombre de Propiedad	Valor	Unidades	Tipo de Valor	
Módulo elástico	6.6e10	N/m ²	Constante	
Coefficiente de Poisson	0.27	NA	Constante	
Módulo cortante	5e10	N/m ²	Constante	
Densidad	7.2e6	kg/m ³	Constante	
Límite de tracción	1.5e8	N/m ²	Constante	
Coefficiente de dilatación térmica	1.2e-005	/Kelvin	Constante	

Se empieza con las tensiones que va a soportar la carcasa inferior en la zona de calentamiento.

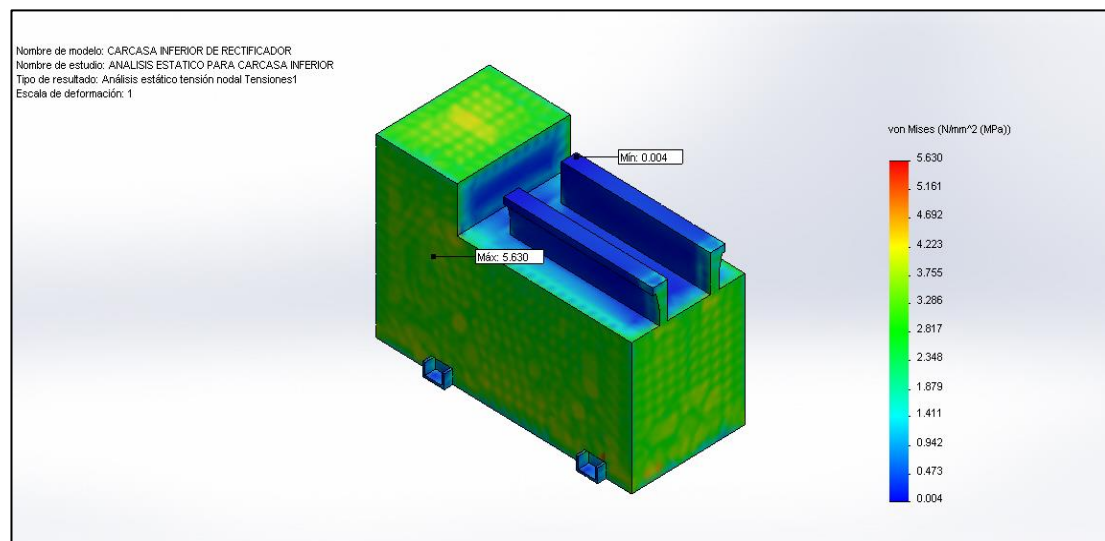


Figura 3. Tensiones Von Mises Carcasa inferior

Fuente: R. Arca (2017)

Como se aprecia la carcasa tiende a tener una ligera tensión, en la zona del riel la cual se conecta al carro móvil se logra observar, que se mantiene sólida y maciza.

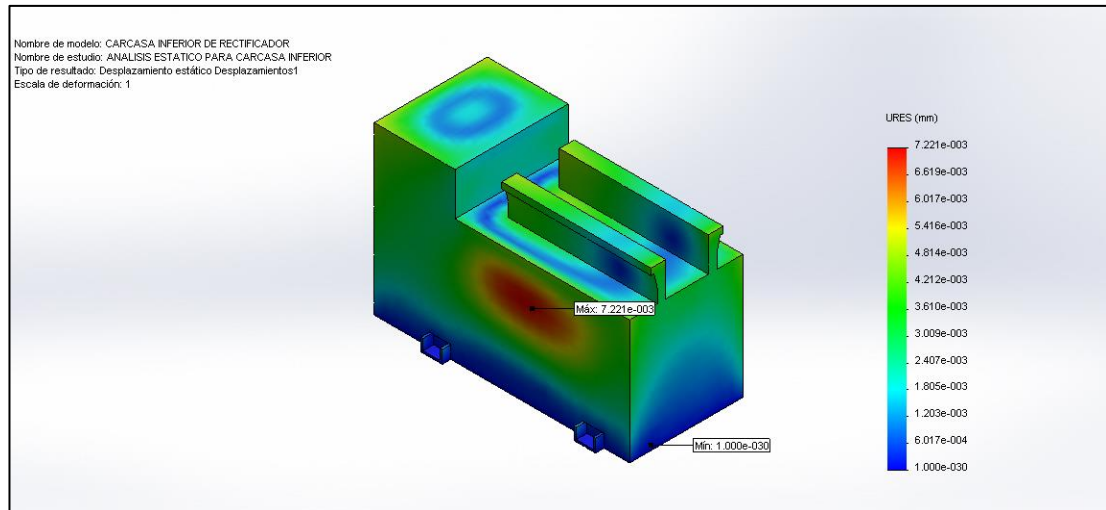


Figura 4. Desplazamiento estático de la Carcasa Inferior
 Fuente: R. Arca (2017)

Se presenta desplazamientos dentro de un rango normal, hay zonas como por ejemplo en la base que muestran desplazamientos despreciables.

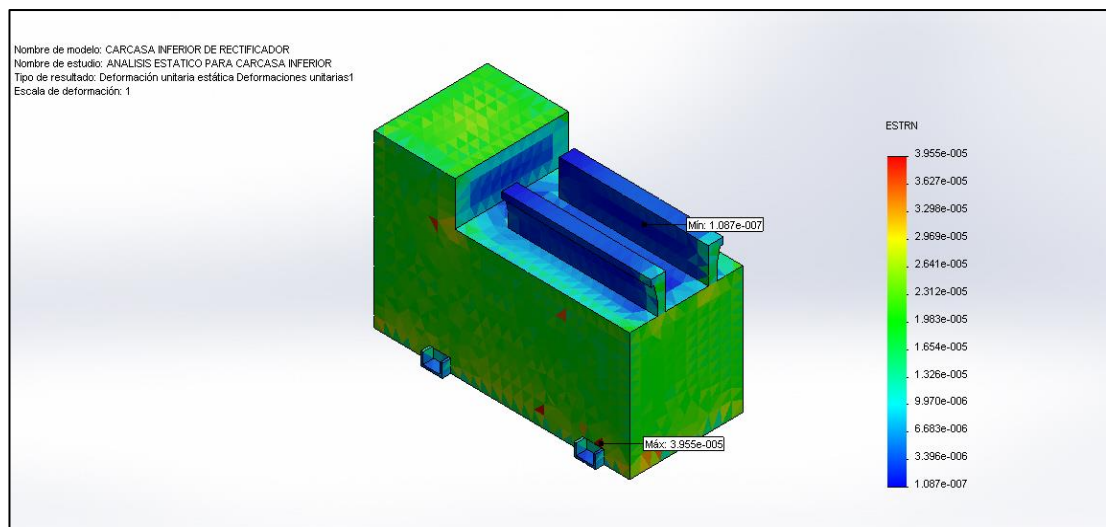


Figura 5. Deformaciones unitarias de la Carcasa Inferior
 Fuente: R. Arca (2017)

Al igual que las tensiones no hay mayor deformación a considerar.

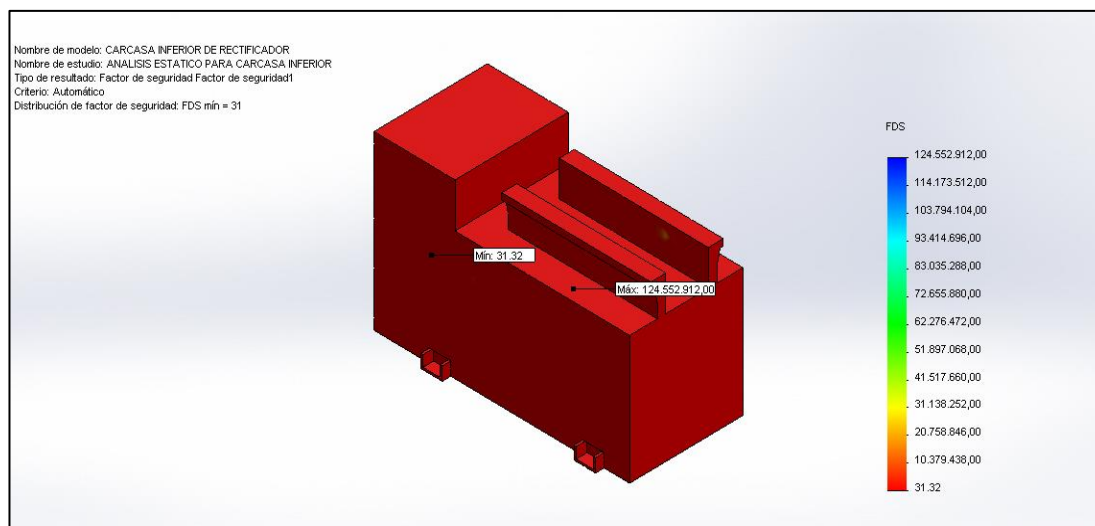


Figura 6. Factor de Seguridad

Fuente: R. Arca (2017)

Tabla 6. Resultados del estudio de la Carcasa Inferior

Nombre	Tipo	Min	Max
Tensiones 1	VON: Tensión de Von Mises	0.00419233 N/mm ² (MPa) Nodo: 3433	5.62971 N/mm ² (MPa) Nodo: 15527
Desplazamientos 1	URES: Desplazamiento Resultante	0 mm Nodo: 25	0.00722071 mm Nodo: 8807
Deformaciones Unitarias	ESTRN: Deformación Unitaria Equivalente	1.08707e-007 Elemento: 4429	3.95545e-005 Elemento: 4749
Factor de seguridad1	Automático	31.3192 Nodo: 15548	124.552.912,00 Nodo: 37

Piñón Secundario

Descripción.- Análisis mediante el Método de elementos finitos (MEF) del piñón secundario.

El material que se usó para el análisis del piñón secundario paso 8 es AISI 4340 Acero recocido de la biblioteca de materiales de SolidWorks.

Tabla 7. Propiedades del material de la Piñón Secundario

N°	Nombre de sólido	Material	Masa	Volumen
1	Cortar-Extruir 2	Acero Recocido	1.77968 kg	0.00022671 m ³
Nombre de material:		AISI 4340 Acero recocido		
Origen del material:		Archivos Pc		
Nombre de biblioteca de materiales:		(Cortar-Extruir2) (CORONA 1 Z50)		
Tipo de modelo del material:		Isotrópico elástico lineal		
Nombre de Propiedad	Valor	Unidades	Tipo de Valor	
Módulo elástico	2.05e11	N/m ²	Constante	
Coefficiente de Poisson	0.285	NA	Constante	
Módulo cortante	8e10	N/m ²	Constante	
Densidad	7.85e6	kg/m ³	Constante	
Límite de tracción	7.45e8	N/m ²	Constante	
Coefficiente de dilatación térmica	1.23e-005	/Kelvin	Constante	

Se empieza con las tensiones que va a soportar el piñón secundario en la zona de calentamiento.

Figura 7. Tensiones Von Mises Piñón Secundario

Fuente: R. Arca (2017)

Como se aprecia el piñón secundario tiende a tener una ligera tensión en uno de sus dientes pero está dentro del nivel normal de tensión, más si se fija en su cuerpo se logra constatar que no sufre tensiones.

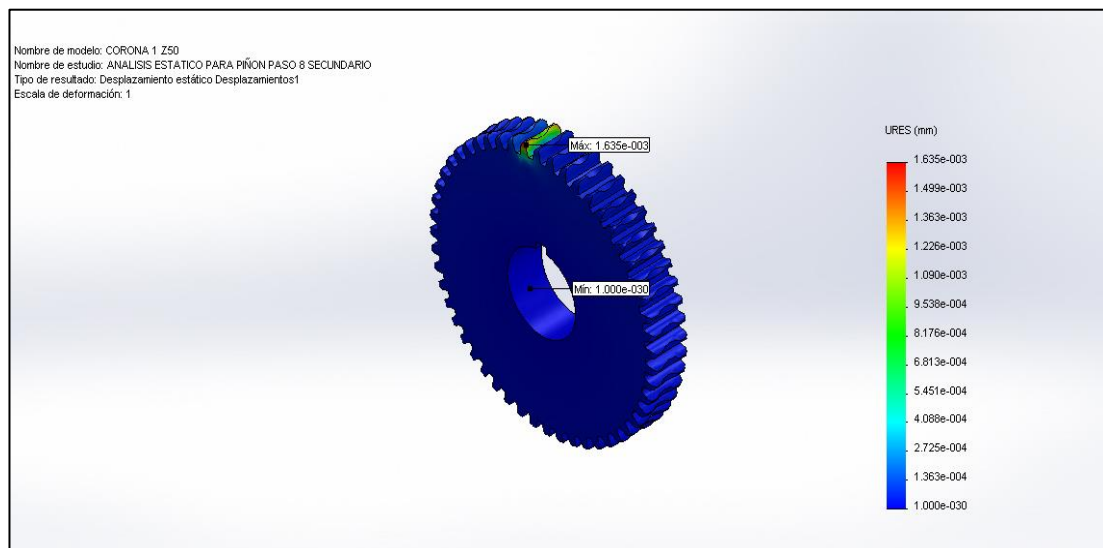


Figura 8. Desplazamiento estático del Piñón Secundario

Fuente: R. Arca (2017)

Se presenta desplazamientos mínimo en su cuerpo, salvo en la zona del diente que se muestra un nivel normal dentro de los rangos del desplazamiento estático.

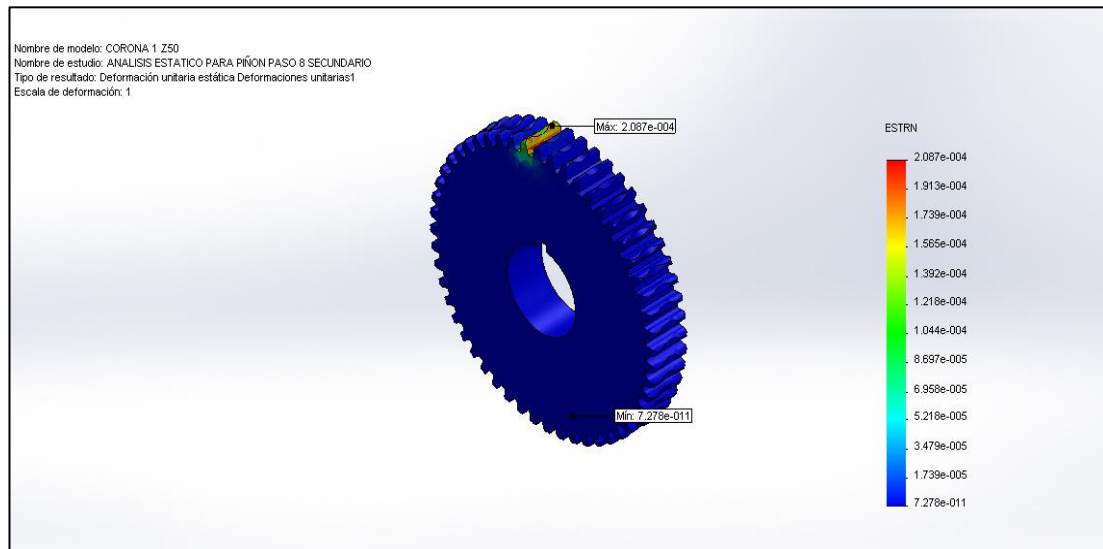


Figura 9. Deformaciones unitarias del Piñón Secundario
 Fuente: R. Arca (2017)

Al igual que en el desplazamiento estático se muestra que no hay deformaciones en el cuerpo, salvo en la zona del diente que se muestra un nivel normal dentro de los rangos de deformación.

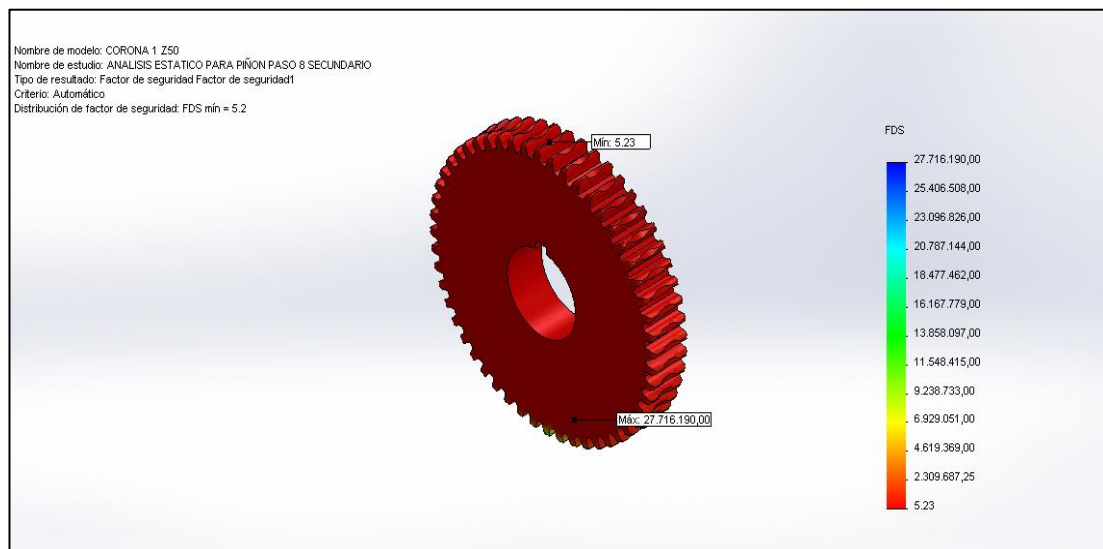


Figura 10. Factor de Seguridad
 Fuente: R. Arca (2017)

Tabla 8. Resultados del estudio del Piñón Secundario

Nombre	Tipo	Min	Max
Tensiones 1	VON: Tensión de Von Mises	1.69576e-005 N/mm ² (MPa) Nodo: 26674	89.8429 N/mm ² (MPa) Nodo: 15943
Desplazamientos 1	URES: Desplazamiento Resultante	0 mm Nodo: 1	0.00163517 mm Nodo: 875
Deformaciones Unitarias	ESTRN: Deformación Unitaria Equivalente	7.27842e-011 Elemento: 13714	0.000208732 Elemento: 10411
Factor de seguridad1	Automático	5.23135 Nodo: 15943	2.77162e+007 Nodo: 26674

Eje motriz

Descripción.- Análisis mediante el método de elementos finitos (MEF) del eje motriz.

El material que se usó para el análisis del eje motriz 3/8-241 es AISI 4340 Acero recocido de la biblioteca de materiales de SolidWorks.

Tabla 9. Propiedades del material del Eje motriz

Nº	Nombre de sólido	Material	Masa	Volumen
1	Taladro roscado 3/8-241	Acero Recocido	1.02353 kg	0.000130386 m ³
Nombre de material:		AISI 4340 Acero recocido		
Origen del material:		Archivos Pc		
Nombre de biblioteca de materiales:		Sólido 1(Taladro roscado 3/8-241)(EJE 1 MOTRIZ PASO 8)		
Tipo de modelo del material:		Isotrópico elástico lineal		
Nombre de Propiedad		Valor	Unidades	Tipo de Valor
Módulo elástico		2.05e10	N/m ²	Constante
Coeficiente de Poisson		0.285	NA	Constante
Módulo cortante		8e10	N/m ²	Constante
Densidad		7.85e6	kg/m ³	Constante
Límite de tracción		7.45e8	N/m ²	Constante
Coeficiente de dilatación térmica		1.23e-005	/Kelvin	Constante

Se inicia con las tensiones que va a soportar el eje motriz en la zona de calentamiento.

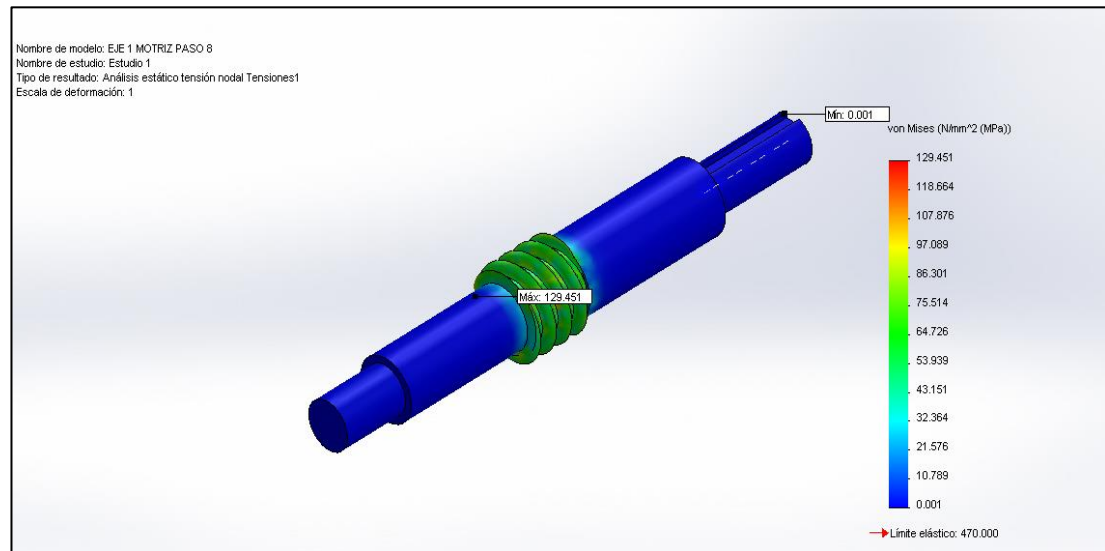


Figura 11. Tensiones Von Mises Eje Motriz

Fuente: R. Arca (2017)

Como se aprecia el eje motriz tiende a tener una ligera tensión en el sector del engranaje, pero está dentro del nivel normal de tensión, más si se fija en su cuerpo se logra constatar que no sufre tensiones.

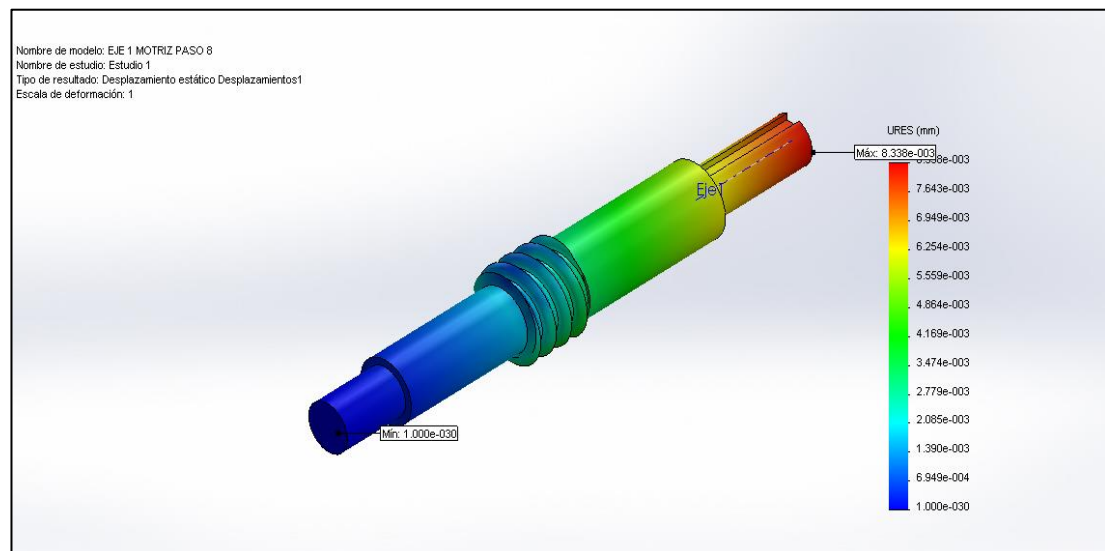


Figura 12. Desplazamiento estático del Eje Motriz

Fuente: R. Arca (2017)

Se presenta desplazamientos mínimo en su cuerpo, salvo en la zona del chavetero que muestra un nivel un tanto alto pero dentro de los rangos de desplazamiento estático.

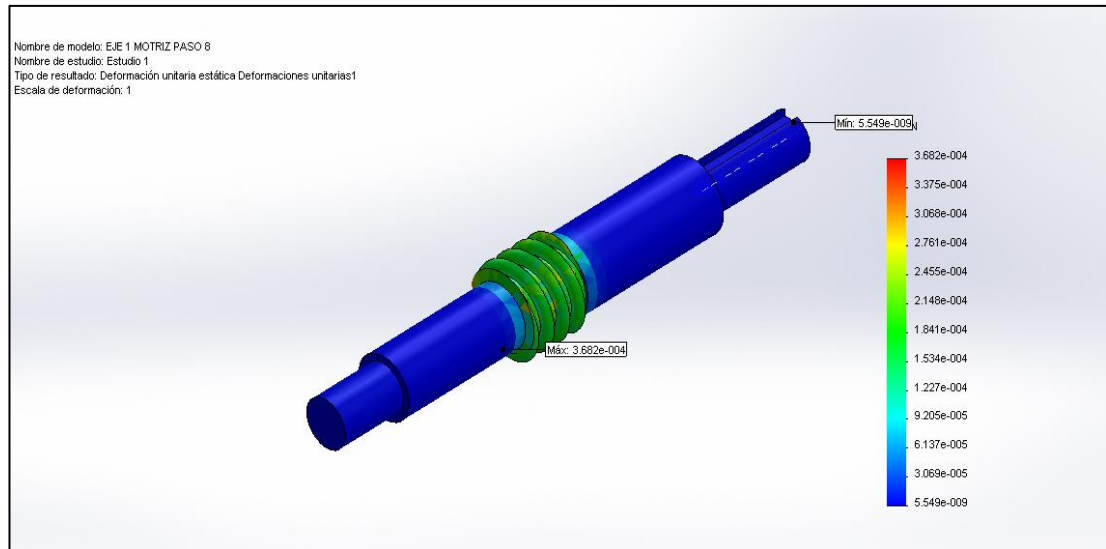


Figura 13. Deformaciones unitarias del Eje Motriz
 Fuente: R. Arca (2017)

Al igual que en las Tensiones von Mises, se muestra que no hay deformaciones en el cuerpo, salvo en la zona del engranaje, que se muestra un nivel normal dentro de los rangos de deformación.

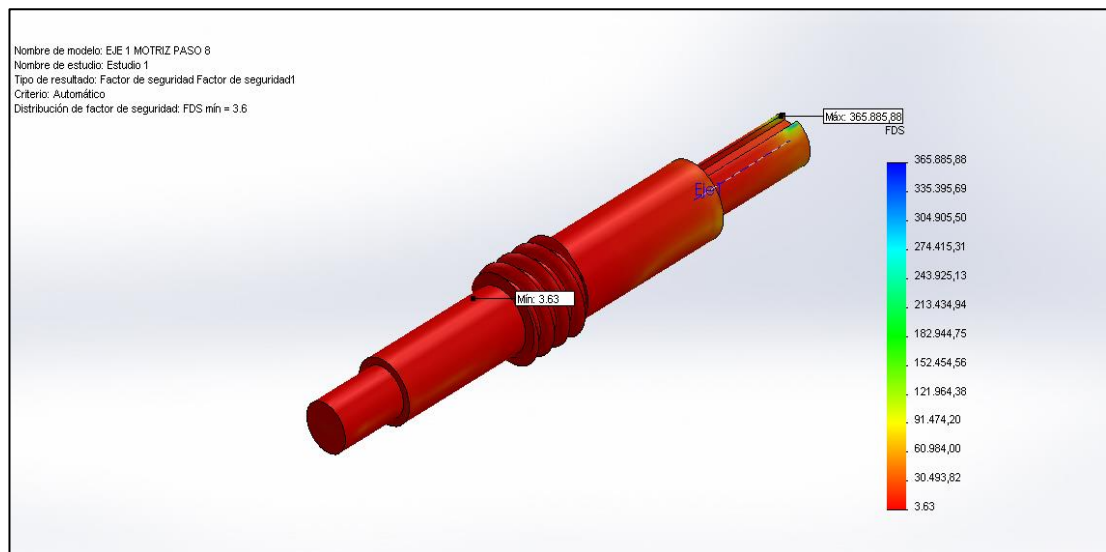


Figura 14. Factor de Seguridad
 Fuente: R. Arca (2017)

Tabla 10. Resultados del estudio del Eje Motriz

Nombre	Tipo	Min	Max
Tensiones 1	VON: Tensión de Von Mises	0.00128455 N/mm ² (MPa) Nodo: 12811	129.451 N/mm ² (MPa) Nodo: 14052
Desplazamientos 1	URES: Desplazamiento Resultante	0 mm Nodo: 583	0.00833831 mm Nodo: 13189
Deformaciones Unitarias	ESTRN: Deformación Unitaria Equivalente	5.54859e-009 Elemento: 6227	0.000368192 Elemento: 3703
Factor de seguridad 1	Automático	3.63072 Nodo: 14052	365886 Nodo: 12811

Cálculos

Cálculo del diámetro del eje

La determinación del diámetro del eje, se la establece con la siguiente ecuación:
 BERNARD J. H. (1999). *Elementos de Máquinas*. McGRAW-HILL/INTERAMERICANA. México. Pág. 227.

$$d^3 = \frac{5100 * fs}{\pi * S_y}$$

Donde:

- d= Diámetro del eje (m)
- fs= Factor de seguridad (Tablas)
- Sy= Limite elástico de acero AISI 4340 (470000000Pa)

Tabla 11. Selección del factor de seguridad basando en la tabla de trabajo

Fuente de potencia		Máquina impulsada			
		Uniforme	Choque ligero	Choque moderado	Choque pesado
Generador de trabajo pesado continuo			Ventiladores y bombas centrífugas de baja velocidad, agitadores de líquidos, generadores de régimen variable, transportadores con carga uniforme y bombas rotatorias de desplazamiento positivo	Bombas centrífugas de alta velocidad, bombas y compresores alternos, transportadores de trabajo pesado, impulsores de máquinas herramientas, mezcladoras de concreto, maquinaria textil, molidoras de carne y sierras	Trituradoras de roca, impulsores de punzonadoras o troqueladoras, pulverizadores, molinos de proceso, barriles giratorios, cinceladores de madera, cribas vibratorias y descargadores de ferrocarril
Uniforme	Motor eléctrico o turbina de gas a velocidad constante	1,00	1,25	1,50	1,75
Choque ligero	Turbina hidráulica e impulsor de velocidad variable	1,10	1,35	1,60	1,85
Choque moderado	Motor de combustión interna multicilindrico	1,25	1,50	1,75	2,00
Choque pesado	Motor de combustión interna monocilindrico	1,50	1,75	2,00	2,25

Fuente: Ulrich Schörer Söuberli. Ingeniería de manufactura. México, D.F.: Compañía Editorial Continental, 1984.

$$d^3 = \frac{5100 * 1,75}{\pi(4,70 * 10^8 Pa)}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{5100 * 1,75}{\pi(4,70 * 10^8 Pa)}}$$

$$d = \sqrt[3]{6,04 * 10^{-6}} * m$$

$$d = 0,018m = 18mm$$

El diámetro mínimo para la transmisión de esta potencia será de 18mm pero por adquisición comercial se usara uno de diámetro 20mm

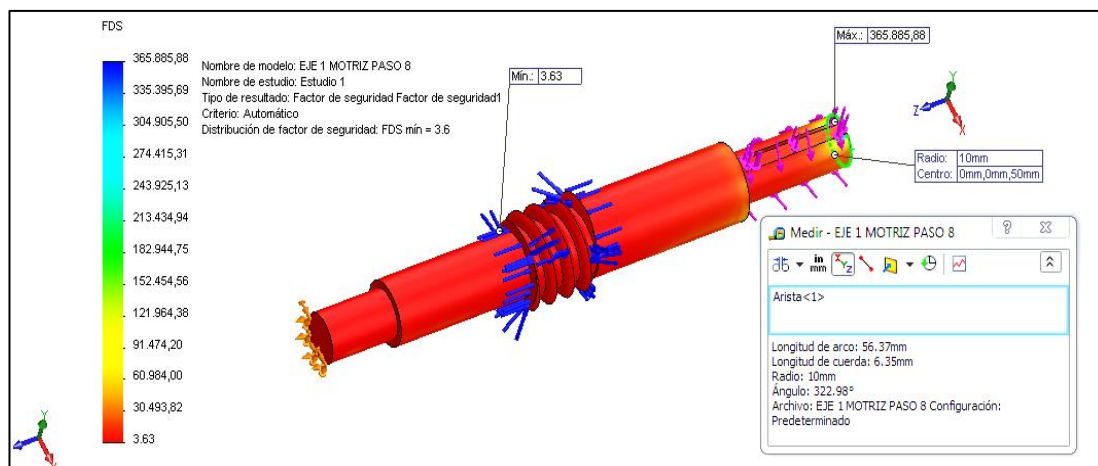


Figura 15. Estudio en CAD sobre el factor de seguridad del eje.

Fuente: R. Arca (2017)

Cálculo del diente de engrane

Para el cálculo del esfuerzo que tendrá el sistema de engranes se tomara algunos valores ya seleccionados en un artículo científico publicado en (**Científica, vol.16, núm. 1, pp. 25-32, enero-marzo 2012.ISSN 1665-0654,**) el cual se acopla a las necesidades del actual proyecto.

Por tanto, se expone los datos ya calculados anteriormente de la siguiente manera:

- Entrada: motor monofásico 220v, 3600 rpm,
- Pot= 1 Hp, NEMA A.
- Salida: sistema rectificador $n_g= 600$ rpm.
- Velocidad de rotación $n_p=3600$ rpm.
- Número de dientes del piñón $N_p= 20$.
- Número de dientes del engrane $N_g= 52$.
- Paso diametral $P_d= 8$.
- Número de calidad AGMA $Q = 8$.
- Ángulo de presión $\phi= 20^\circ$

Para los datos complementarios se toma como base la norma AGMA 1012-F90 [7]

Ancho de la cara del diente:

$$F = \frac{12}{P_d} = \frac{12}{8} = 1,5 \text{ Pulg} = 31,8 \text{ mm}$$

Diámetro de paso del piñón:

$$D_P = \frac{N_P}{P_D} = \frac{20}{8} = 2,5 \text{ Pulg} = 63,5 \text{ mm}$$

Diámetro de paso del engrane:

$$D_G = \frac{N_G}{P_D} = \frac{52}{8} = 6,5 \text{ Pulg} = 165,1 \text{ mm}$$

Velocidad en la línea de paso:

$$V_L = \frac{(\pi * (D_P * n_p))}{12}$$

$$V_L = \frac{(\pi * (2,5 \text{ Pulg} * 1650 \text{ RPM}))}{12}$$

$$V_L = 1079,9 \frac{ft}{min}$$

Carga tangencial:

$$W_t = \frac{33000 * Pot (HP)}{V_L}$$

$$W_t = \frac{33000 * 1 (HP)}{1079,9 \frac{ft}{min}}$$

$$W_t = 30,55 \text{ lb}$$

Carga radial:

$$W_r = W_t * \tan \theta$$

$$W_r = 30,5 \text{ lb} * \tan 20$$

$$W_r = 11,12 \text{ lb}$$

Carga total:

$$W_T = \sqrt{(W_t^2 + W_r^2)}$$

$$W_T = \sqrt{(30,55^2 + 11,12^2)}$$

$$W_T = 32,51 \text{ lb}$$

Calculo de Esfuerzo de contacto:

$$\sigma_c = C_P * \sqrt{(W_T * K_0 * K_v * K_S * \frac{K_m}{F * D_G} * \frac{C_f}{I}}$$

Donde:

$$\sigma_c = \text{esfuerzo de contacto } \frac{\text{lb}}{\text{in}^2}$$

$C_P =$ coeficiente elástico

$K_0 =$ factor de sobrecarga

$K_v =$ factor dinámico.

$K_S =$ factor de tamaño.

$K_m =$ factor de distribución de sobrecarga

$D_G =$ diámetro de paso (in)

$I =$ factor geométrico para la picadura

$C_f =$ factor de condición de superficie

Por tanto se considera para el cálculo un factor de corrección de 5,11 y los datos obtenidos del artículo son:

$$\sigma_c = \text{esfuerzo de contacto } \frac{\text{lb}}{\text{in}^2}$$

$$C_p = 2300$$

$$K_0 = 0,65$$

$$K_v = 1,19$$

$$K_s = 1,0$$

$$K_m = 1,17$$

$$D_G = 6,5 \text{ (in)}$$

$$I = 0,098$$

$$C_f = 1,0$$

$$W_T = 32,51 \text{ lb}$$

$$F = 1,5 \text{ Pulg}$$

SOLUCIÓN:

$$\sigma_c = C_p * \sqrt{(W_T * K_0 * K_v * K_s * \frac{K_m}{F * D_G} * \frac{C_f}{I}}$$

$$\sigma_c = 2300 * \sqrt{32,51 \text{ lb} * 0,65 * 1,19 * 1,0 * \frac{1,17}{1,5 \text{ in} * 6,5 \text{ in}} * \frac{1,0}{0,098}}$$

$$\sigma_c = 2300 * \sqrt{32,51 * 0,65 * 1,19 * 1,0 * \frac{1,17}{1,5 * 6,5} * \frac{1,0}{0,098}}$$

$$\sigma_c = 2300 * \sqrt{32,51 * 0,65 * 1,19 * 1,0 * \frac{1,17}{1,5 * 6,5} * \frac{1,0}{0,098}}$$

$$\sigma_c = 2300 * \sqrt{30,79}$$

$$\sigma_c = 12762,74 \frac{lb}{in^2} = 87,99 \text{ MPa}$$

Por tema de temperaturas de trabajo se realizó el análisis en el software incluyendo una temperatura de 60 ° Centígrados. Dando como resultado un esfuerzo de 89,84 MPa, equivalente un desfase que en el cálculo numérico se dio de 1,85 MPa.

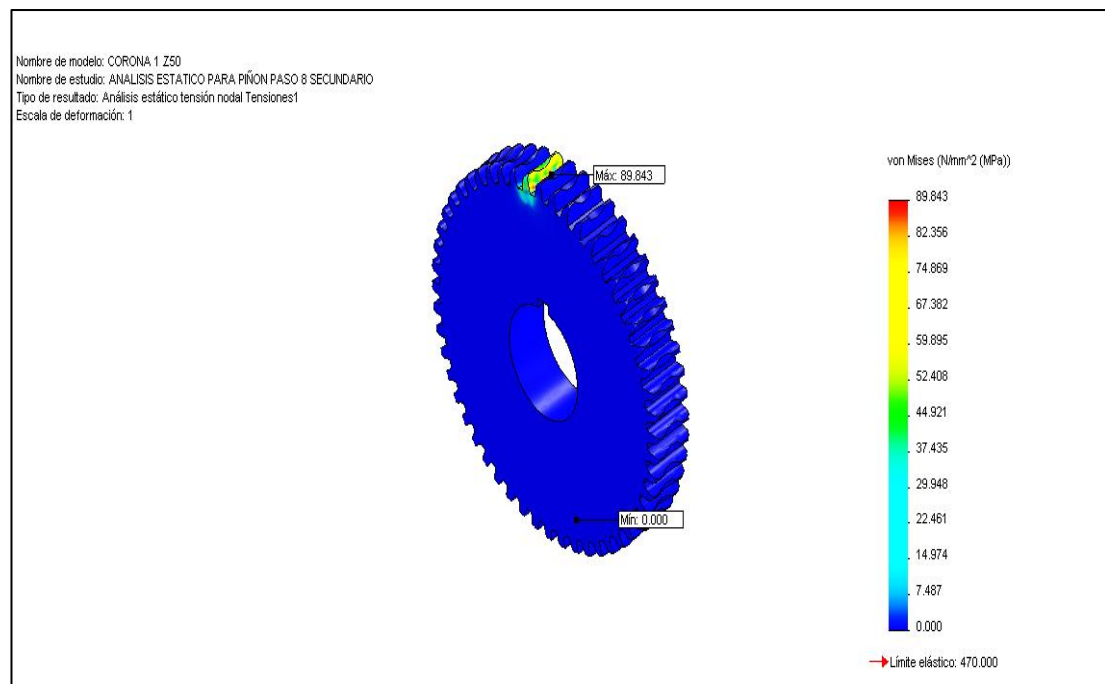


Figura 16. Cálculo de diente de engranaje
 Fuente: R. Arca (2017)

Selección de rodamiento

Solución: El procedimiento a seguir es el siguiente:

Se calcula el factor de velocidad (f_n), que solo depende de la velocidad de giro y se encuentra tabulado.

Para la velocidad que se tiene de 4.18 rpm se selecciona el factor más bajo mostrado en la tabla $f_n = 0,21$.

Tabla 12. Factor de velocidad (f_n)

▼ Valores f_n para rodamientos de bolas									
n	f_n	n	f_n	n	f_n	n	f_n	n	f_n
min ⁻¹		min ⁻¹		min ⁻¹		min ⁻¹		min ⁻¹	
10	1,49	55	0,846	340	0,461	1800	0,265	9500	0,152
11	1,45	60	0,822	360	0,452	1900	0,26	10000	0,149
12	1,41	65	0,8	380	0,444	2000	0,255	11000	0,145
13	1,37	70	0,781	400	0,437	2200	0,247	12000	0,141
14	1,34	75	0,763	420	0,43	2400	0,24	13000	0,137
15	1,3	80	0,747	440	0,423	2600	0,234	14000	0,134
16	1,28	85	0,732	460	0,417	2800	0,228	15000	0,131
17	1,25	90	0,718	480	0,411	3000	0,223	16000	0,128
18	1,23	95	0,705	500	0,405	3200	0,218	17000	0,125
19	1,21	100	0,693	550	0,393	3400	0,214	18000	0,123
20	1,19	110	0,672	600	0,382	3600	0,21	19000	0,121
22	1,15	120	0,652	650	0,372	3800	0,206	20000	0,119
24	1,12	130	0,635	700	0,362	4000	0,203	22000	0,115
26	1,09	140	0,62	750	0,354	4200	0,199	24000	0,112
28	1,06	150	0,606	800	0,347	4400	0,196	26000	0,109
30	1,04	160	0,593	850	0,34	4600	0,194	28000	0,106
32	1,01	170	0,581	900	0,333	4800	0,191	30000	0,104
34	0,993	180	0,57	950	0,327	5000	0,188	32000	0,101
36	0,975	190	0,56	1000	0,322	5500	0,182	34000	0,0993
38	0,957	200	0,55	1100	0,312	6000	0,177	36000	0,0975
40	0,941	220	0,533	1200	0,303	6500	0,172	38000	0,0957
42	0,926	240	0,518	1300	0,295	7000	0,168	40000	0,0941
44	0,912	260	0,504	1400	0,288	7500	0,164	42000	0,0926
46	0,898	280	0,492	1500	0,281	8000	0,161	44000	0,0912
48	0,886	300	0,481	1600	0,275	8500	0,158	46000	0,0898
50	0,874	320	0,471	1700	0,27	9000	0,155	50000	0,0874

Fuente: Catálogo de Rodamientos FAG, pág. 34.

Se adopta un factor de esfuerzos dinámicos (f_l) obtenido empíricamente el cual también se encuentra tabulado en función de la utilización del rodamiento, en este caso de toma $f_l = 2$.

Tabla 13. Factor de esfuerzos dinámicos (f_l).

Lugar de aplicación	Valor f_l que debe alcanzarse	Valores usuales de cálculo
Máquinas para trabajar la madera		
Husillos de tupis y ejes portacuchillas	3 ... 4	Fuerzas de corte y de accionamiento; velocidad nominal
Rodamiento principal de sierras de bastidor	3,5 ... 4	Fuerzas máxicas; velocidad nominal
Rodamiento de la biela de sierras de bastidor	2,5 ... 3	Fuerzas máxicas; velocidad nominal
Sierras circulares	2 ... 3	Fuerza de corte y accionamiento; velocidad nominal
Transmisiones de maquinaria en general		
Transmisiones universales	2 ... 3	Potencia nominal; velocidad nominal
Motoreductores	2 ... 3	Potencia nominal; velocidad nominal
Grandes transmisiones estacionarias	3 ... 4,5	Potencia nominal; velocidad nominal

Fuente: Catálogo de Rodamientos FAG, pág. 38.

Se calcula la capacidad dinámica de carga, el cual se aplica para los cálculos en que intervienen rodamientos sometidos a esfuerzos dinámicos, es decir, al seleccionar un rodamiento que gira sometido a carga. $P = X * Fr + Y * Fa$. Donde los valores “X” y “Y” dependen de estos casos, del tipo de rodamiento de la razón de falla

(capacidad estática de carga). Para juegos radiales normal se obtiene de la tabla siguiente:

Tabla 14. Valores de juegos radiales

▼ Factores radiales y axiales de los rodamientos rígidos de bolas															
$\frac{f_0 \cdot F_a}{C_0}$	Juego normal de rodamiento				Juego de rodamiento C3				Juego de rodamiento C4						
	e	$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$		e	$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$		e	$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$	
		X	Y	X	Y		X	Y	X	Y		X	Y		
0,3	0,22	1	0	0,56	2	0,32	1	0	0,46	1,7	0,4	1	0	0,44	1,4
0,5	0,24	1	0	0,56	1,8	0,35	1	0	0,46	1,56	0,43	1	0	0,44	1,31
0,9	0,28	1	0	0,56	1,58	0,39	1	0	0,46	1,41	0,45	1	0	0,44	1,23
1,6	0,32	1	0	0,56	1,4	0,43	1	0	0,46	1,27	0,48	1	0	0,44	1,16
3	0,36	1	0	0,56	1,2	0,48	1	0	0,46	1,14	0,52	1	0	0,44	1,08
6	0,43	1	0	0,56	1	0,54	1	0	0,46	1	0,56	1	0	0,44	1

Fuente: Catálogo de Rodamientos FAG, pág. 148.

$$\frac{F_a}{C_0} = 0, \quad e = 0.22$$

$$\frac{F_a}{F_r} = 0 < e \quad X = 1 \quad Y = 0$$

$$P = Fr$$

- Para el punto A.- Se tiene que:

$$P = RB$$

Ante esta ecuación se debe añadir las fuerzas y reacciones que existen en el sistema, por tanto se necesita realizar un bosquejo del ejercicio:

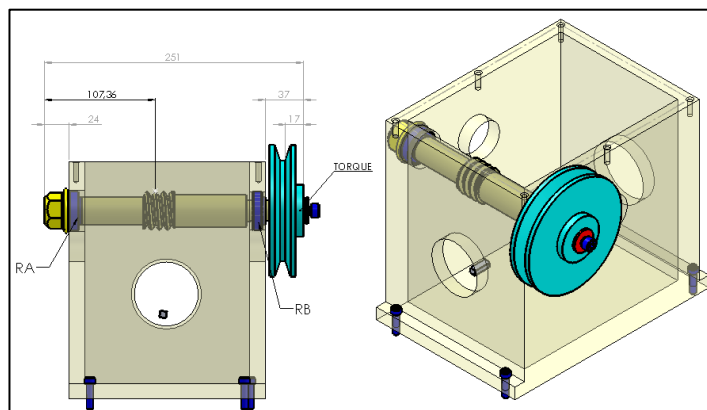


Figura 17. Carcasa superior

Fuente: R. Arca (2017)

Con dicho bosquejo se procede al cálculo de reacciones por medio de la sumatoria de fuerzas en el eje “X; Y”:

Datos:

$$P = \frac{\text{Torque}}{\text{Radio}}$$

- $P1 = 1,23 \text{ Kg} \cdot \text{m} / 0,025 \text{ m}$
- $P1 = 49,2 \text{ kg} = 482,16 \text{ N}$
- $\text{Torque} = 1,23 \text{ Kg} \cdot \text{m} = 12,06 \text{ N} \cdot \text{m}$

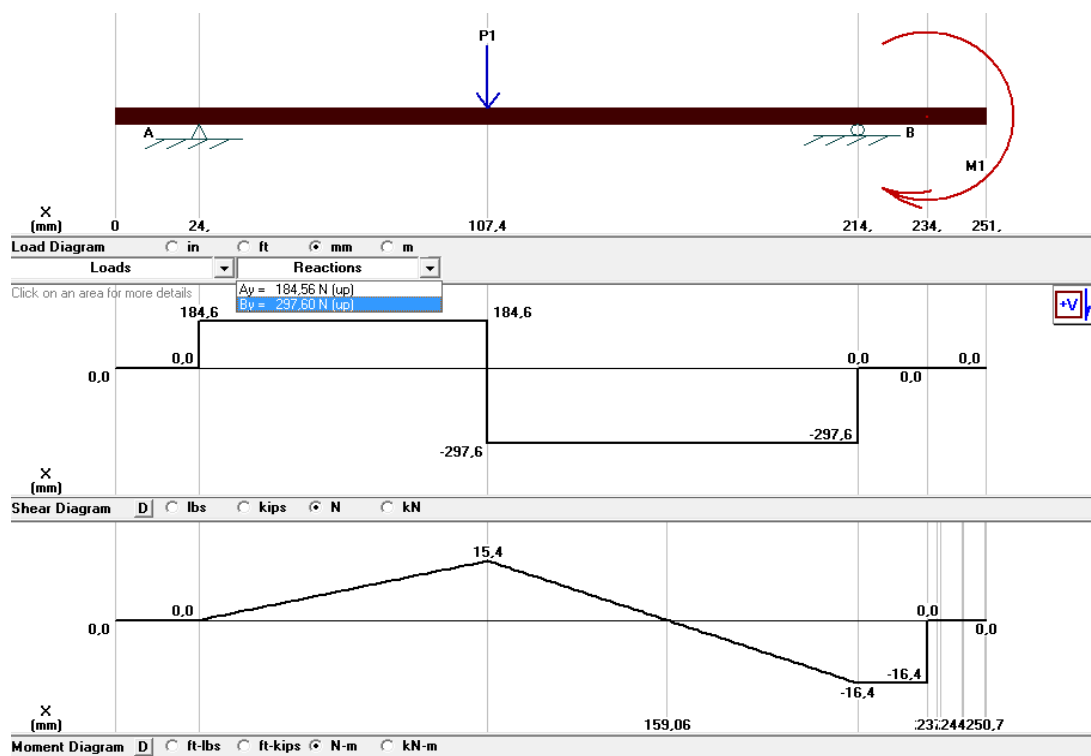


Figura 18. Diagrama de fuerzas y reacciones

Fuente: R. Arca (2017)

Por lo tanto la capacidad dinámica de la carga requerida será:

$$C = \frac{f_l}{f_n} * F$$

Donde:

C = Capacidad dinámica de carga real.

f_n = Factor de velocidad.

f_l = Factor de esfuerzos dinámicos.

F = Carga máxima en el rodamiento.

Datos:

$$- f_n = 0,21$$

$$- f_l = 2.0$$

$$- F = 297,6 \text{ N}$$

$$C = \frac{f_l}{f_n} * F$$

$$C = \frac{2.0}{0,21} * (297,6 \text{ N})$$

$$C = 2834,28 \text{ N}$$

Con dicho valor se revisa en tablas si la selección es correcta al tener una relación de:

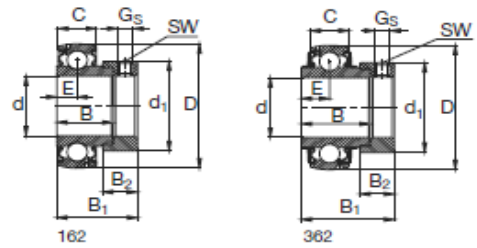
Carga dinámica calculada < Carga dinámica de fabricante

$$Carga\ dinamica_{calculada} < Carga\ dinamica_{tablas}$$

$$2,8 \text{ KN} < 12,7 \text{ K}$$

Tabla 15. Tabla de cargas dinámicas en función del diámetro de eje

Rodamientos FAG tipo S
para ejes métricos y en pulgadas
Series 162, 362, 562, 762B.2RSR



Eje	Dimensiones										Capacidad de carga		Denominación abreviada Rodamiento con dispositivo de seguridad FAG	Peso ^{en} kg
	d	D	C	B	B ₁	d ₁ max	B ₂	E	G _S	SW	C	estát. C ₀		
mm in	mm										kN			
12	12	40	12	19,1	28,6	28,6	13,5	6,5	M6x0,75	3	9,5	4,75	16203/12	0,13
1/2	12,7	40	12	19,1	28,6	28,6	13,5	6,5	M6x0,75	3	9,5	4,75	16203.008	0,128
9/16	14,288	40	12	19,1	28,6	28,6	13,5	6,5	M6x0,75	3	9,5	4,75	16203.009	0,123
15	15	40	12	19,1	28,6	28,6	13,5	6,5	M6x0,75	3	9,5	4,75	16203/15	0,12
5/8	15,875	40	12	19,1	28,6	28,6	13,5	6,5	M6x0,75	3	9,5	4,75	16203.010	0,117
17	17	40	12	19,1	28,6	28,6	13,5	6,5	M6x0,75	3	9,5	4,75	16203	0,1
	17	40	12	12							9,5	4,75	76203.2RSR	0,064
11/16	17,463	40	12	19,1	28,6	28,6	13,5	6,5	M6x0,75	3	9,5	4,75	16203.011	0,091
3/4	19,05	47	14	21,5	31	33,3	13,5	7,5	M6x0,75	3	12,7	6,55	16204.012	0,154
	19,05	47	17	34,2	43,7	33,3	13,5	17,1	M6x0,75	3	12,7	6,55	36204.012	0,208
	19,05	47	17	31				12,7	M6x0,75	3	12,7	6,55	56204.012	0,162
20	20	47	14	21,5	31	33,3	13,5	7,5	M6x0,75	3	12,7	6,55	16204	0,15
	20	47	17	34,2	43,7	33,3	13,5	17,1	M6x0,75	3	12,7	6,55	36204	0,2
	20	47	17	31				12,7	M6x0,75	3	12,7	6,55	56204	0,14
	20	47	14	14							12,7	6,55	76204.2RSR	0,106

Fuente: Catálogo de Rodamientos FAG

Del catálogo general SKF que está en el **Anexo R**, se selecciona un rodamiento FAG oscilantes de bolas, cuya capacidad dinámica de carga es de $C = 12700 \text{ N}$.

Como $12700 \text{ N} > 10034,91 \text{ N}$ el rodamiento es:

- **Designación:** Rodamiento FAG, tipo S, de pared.

Concluyendo la selección del rodamiento con una nomenclatura comercial de 20*47*14 o su nomenclatura en FAG 1620

3.3. Análisis Económico

En este apartado se describirá los costos producto de investigación para el diseño y selección de componentes de una rectificadora de discos y tambores de freno.

Tabla 16. Análisis económico

DETALLE	UNIDAD	CANTIDA D	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Carcasa de Rectificadora	U	1	\$700,00	\$700,00
Eje	U	2	\$300,00	\$600,00
Motor monofásico	U	1	\$500,00	\$500,00
Piñonaría	U	3	\$400,00	\$1200,00
Sistema Eléctrico	U	1	\$300,00	\$300,00
Rodamientos	U	2	\$10,00	\$20,00
Porta cuchillas	U	2	\$70,00	\$140,00
Adaptadores	U	3	\$20,00	\$60,00
Sujetadores	U	3	\$25,00	\$75,00
Soporte de Porta Cuchillas	U	1	\$100,00	\$100,00
Cuchillas	U	2	\$20,00	\$40,00
Estructura de Seguridad	U	1	\$550,00	\$550,00
			TOTAL:	\$ 4285,00

IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el siguiente apartado se realizó el estudio en el programa Solid Works descrito en el capítulo anterior, usando unidades y propiedades en general para los componentes mencionados a continuación: carcasa, eje motriz y piñón

4.1. Propiedades

Las propiedades que se mencionan en la tabla 17, serán las que se usen en el análisis de simulación de los componentes estudiados.

Tabla 17. Propiedades de estudio de la carcasa

Nombre de estudio:	Análisis Estático Para Carcasa, Eje Motriz, Piñón
Tipo de análisis:	Análisis estático
Tipo de malla:	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica:	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SolidWorks Flow Simulation:	Desactivar
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles:	Automática
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar

Tabla 18. Unidades

Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento:	mm
Temperatura:	Kelvin
Velocidad angular:	Rad/seg
Presión/Tensión:	N/mm ² (MPa)

4.2. Cargas y sujeciones en carcasa

Se ha estudiado las cargas y esfuerzos que debe soportar la estructura de la carcasa, tomando en cuenta el peso de los componentes y accesorios que se alojan en ella. Para lograr obtener resultados específicos se ha modelado el cuerpo estructural y se lo sometió a las cargas y sujeciones en simulación 3D.

Tabla 19. Peso en carcasa

Descripción	Peso unitario Kg	Cantidad elementos C/U	Peso subtotal kg
Caja de transmisión	42	1	42
Disco de freno	3	1	3
Tambor	2,5	1	2,5
Acoples	2	2	4
Polea	0,5	1	0,5
Banda	0,25	1	0,25
Bancada	20	1	20
		Peso total Kg	72,25

Tabla 20. Sujeción en carcasa.

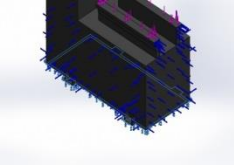
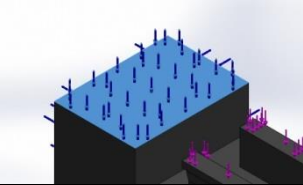
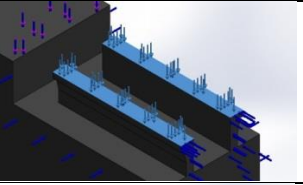
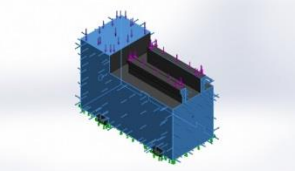
Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		Entidades:	1 cara(s)	
		Tipo:	Geometría fija	
Fuerzas resultantes				
Componentes de	X	Y	Z	Resultante
Fuerza reacción(N)	-0.00367093	708.534	0.00201344	708.534
Momento reacción(N·m)	0	0	0	0

Tabla 21. Carga en carcasa.

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga		
Fuerza-1		Entidades:	1 cara(s)	
		Tipo:	Aplicar fuerza normal	
		Valor:	52.25 kgf	
Fuerza-2		Entidades:	2 cara(s)	
		Tipo:	Aplicar fuerza normal	
		Valor:	10 kgf	
Temperatura -1		Entidades:	5 cara(s)	
		Temperatura:	30 Celsius	

4.2.1. Información de malla de carcasa.

Se procede al mallado estructural, figura 31, al momento se encuentra lista para simular tensiones, flexiones y desplazamientos; cabe recalcar que la simulación se realizará de forma estática.

Tabla 22. Detalles de malla de carcasa.

Tipo de malla:	Malla sólida
Puntos jacobianos:	4 Puntos
Tamaño de elementos:	25.4048 mm
Tolerancia:	1.27024 mm
Número total de nodos:	15555
Número total de elementos:	7663
Cociente máximo de aspecto:	17.788
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3:	78.5
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10:	0.013

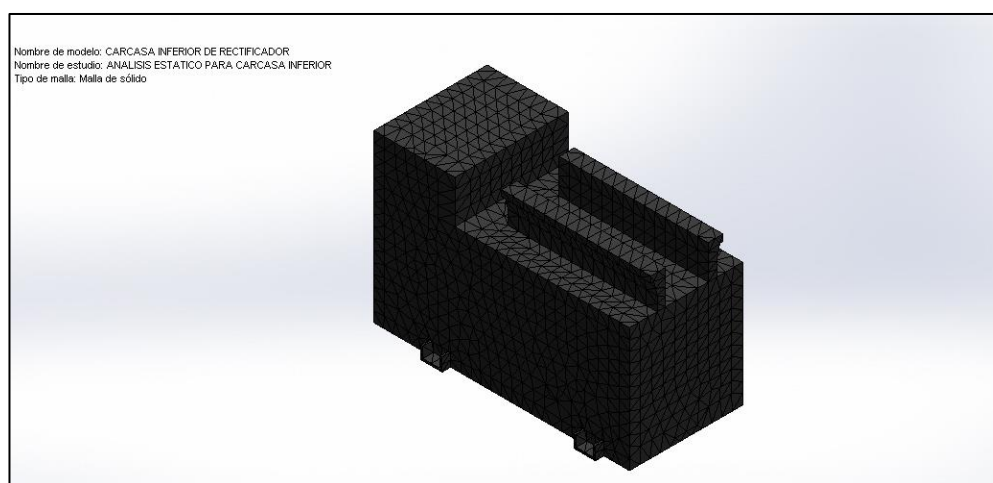


Figura 19. Análisis estático para carcasa inferior

Fuente: R. Arca (2017)

4.3. Carga y sujeción en eje.

Se ha estudiado las cargas y esfuerzos que debe soportar la estructura del eje, tomando en cuenta temperaturas a las que estará expuesta. Para lograr obtener resultados específicos se ha modelado el cuerpo estructural y se lo sometió a las cargas y sujeciones en simulación 3D.

Tabla 23. Peso en eje.

Descripción	Fuerza unitaria Kg	* cm	Cantidad	fuerza subtotal Kg
Torque a transmitir	0,0012		1	0,0012
Polea	0,5		1	0,5

Tabla 24. Sujeción en eje.

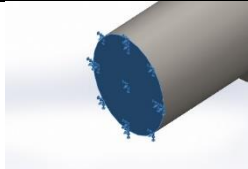
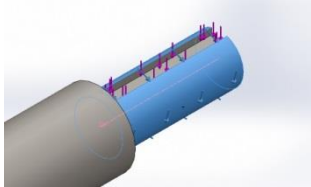
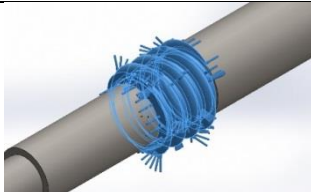
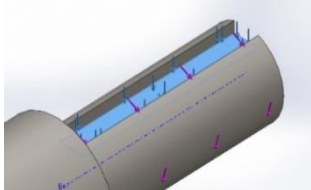
Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción			
Fijo-1		Entidades:	1 cara(s)		
		Tipo:	Geometría fija		
Fuerzas resultantes					
Componentes	X	Y	Z	Resultante	
Fuerza de reacción(N)	0.00120521	4.90326	-3.3617e-005	4.90326	

Tabla 25. Carga en eje.

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga		
Torsión-1		Entidades:	1 cara(s)	
		Referencia:	Eje1	
		Tipo:	Aplicar momento torsor	
		Valor:	0.0012 kgf·cm	
Temperatura-1		Entidades:	9 cara(s)	
		Temperatura:	60 Celsius	
Fuerza-1		Entidades:	1 cara(s)	
		Tipo:	Aplicar fuerza normal	
		Valor:	0.5 kgf	

4.3.1. Información de malla de eje.

Se procede al mallado estructural, figura 32, al momento se encuentra lista para simular tensiones, flexiones y desplazamientos.

Tabla 26. Detalles de malla de eje.

Tipo de malla:	Malla sólida
Puntos jacobianos:	4 Puntos
Tamaño máximo de elemento:	0 mm
Tamaño mínimo del elemento:	0 mm
Calidad de malla:	Elementos cuadráticos de alto orden
Número total de nodos:	16484
Número total de elementos:	10381
Cociente máximo de aspecto:	15.585
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3:	92.4
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10:	0.144

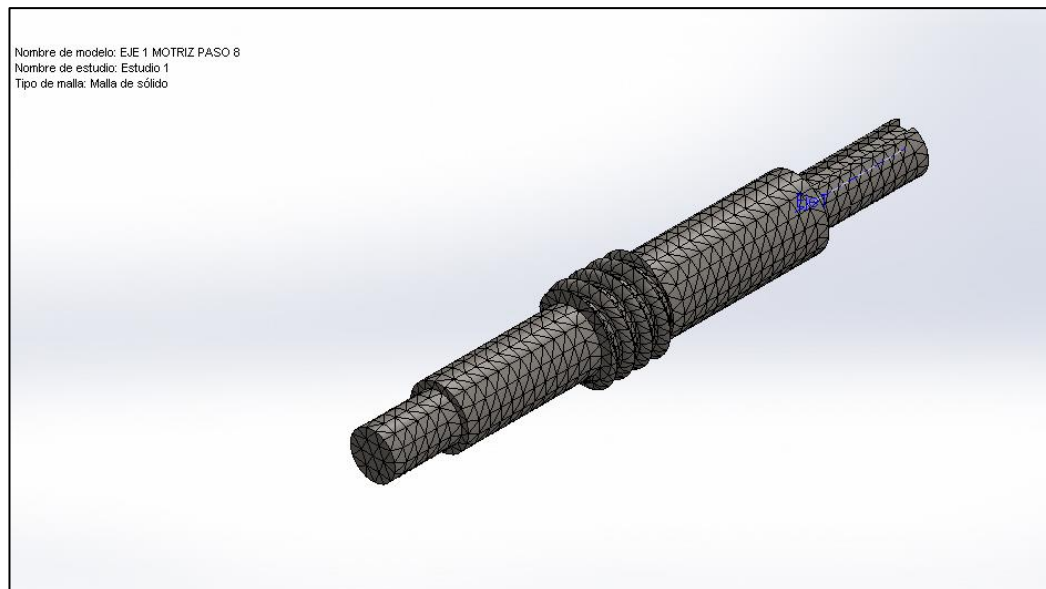


Figura 20. Análisis estático para eje.

Fuente: R. Arca (2017)

4.4. Cargas y sujeciones en piñón.

Se ha estudiado las cargas y esfuerzos que debe soportar la estructura del piñón, tomando en cuenta esfuerzos y temperaturas a las que estará expuesto. Para lograr obtener resultados específicos se ha modelado el cuerpo estructural y se lo sometió a las cargas y sujeciones en simulación 3D.

Tabla 27. Sujeción en Eje

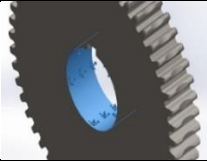
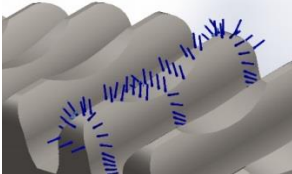
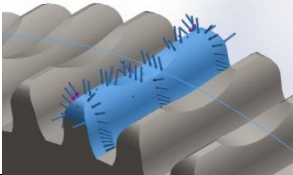
Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		Entidades:	1 cara(s)	
		Tipo:	Geometría fija	
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-69.5219	12.03	-0.00613794	70.555

Tabla 27. Carga de piñón.

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga		
Fuerza-1		Entidades:	1 cara(s)	
		Tipo:	Aplicar fuerza normal	
		Valor:	7.5 kgf	
Temperatura-1		Entidades:	9 cara(s)	
		Temperatura:	60 Celsius	

4.4.1. Información de malla de piñón

Se procede al mallado estructural, figura 33, al momento se encuentra lista para simular tensiones, flexiones y desplazamientos.

Tabla 28. Detalles de malla de piñón

Tipo de malla	Malla sólida
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	6.09926 mm
Tolerancia	0.304963 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Número total de nodos	27599
Número total de elementos	16012
Cociente máximo de aspecto	11.702
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	91.1
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0.0187

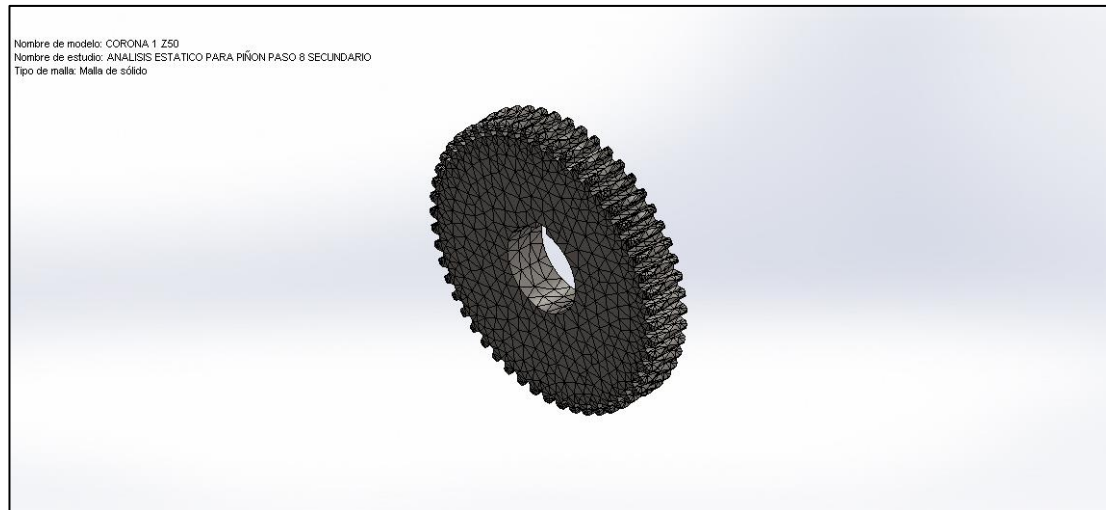


Figura 21. Análisis estático para piñón.

Fuente: R. Arca (2017)

Los resultados obtenidos en simulación mediante el uso del software SolidWorks fueron muy favorables, ya que se logró constatar que los componentes no sufrieron mayor percance en los estudios realizados.

Se realizó cálculos con los cuales se determinó el diámetro del eje (18 mm); el esfuerzo del diente de engranaje (87,99 MPa) y la capacidad dinámica de carga real para seleccionar el rodamiento (2834,28 N), cuyos valores obtenidos están dentro de los componentes encontrados en el mercado, por lo que no habrá inconvenientes en conseguir los componentes cuando se deba hacer el reemplazo de los mismos.

Los factores de seguridad obtenidos de los componentes estudiados se encontraron en los regímenes aceptables, la carcasa por su parte ha dado un factor un tanto alto; se tomó en cuenta que este resultado es reflejado por las dimensiones de la misma.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Se realizó estudios de material bibliográfico en cuanto a los discos de frenos, cuchillas de desbaste, componentes de rectificadoras, en la que se conoció el funcionamiento del rectificador, procesos de rectificado y así como los componentes de los cuales dispone la rectificadora.

Conocidas ciertas temáticas sobre los discos, se propuso opciones que podrían adecuarse para que el funcionamiento de la rectificadora de discos y tambores de freno logre su objetivo, de disponer de elementos de soporte, lámparas, lupas, medidores de precisión.

Se puso a prueba el acero recocido de tipo AISI 4340 quien por sus características físicas y mecánicas demostró ser lo suficientemente resistente, por lo cual se lo eligió para construir el eje y el piñón de la rectificadora.

El desplazamiento de las cuchillas sobre las caras del disco de freno en el proceso de rectificado, dibuja una forma geométrica espiralada, la cual dependiendo de las habilidades del maestro rectificador en base al paso de la cuchilla sobre el disco y profundidad elegida, determinarán el acabado de las caras del mismo. Un acabado preciso depende en gran manera, de los ángulos que forman las plaquitas de las cuchillas, tomando en cuenta que la plaquita soldada del estudio debe formar sus ángulos necesarios antes de cada rectificada para así obtener un acabado óptimo.

Los componentes de la rectificadora se modelaron mediante un programa de diseño asistido por un computador (CAD) específicamente “Solidworks” con la cual se determinó los esfuerzos necesarios y máximos a los que estará sometida, la rectificadora, demostrando que soporta sin ningún problema los mismos.

Recomendaciones

Se ha utilizado cuchillas con plaquita soldada de carburo de wolframio o carburo de tungsteno también llamada “widia” en alemán, ya que este posee la dureza y ductilidad para rectificar discos y tambores. Las plaquitas soldadas de widia son relativamente económicas y duraderas.

Se recomienda mantener las cuchillas de plaquita soldada con sus filos en estado óptimo, siguiendo la estructura de los ángulos antes expuestos.

Es indispensable la autonomía de materiales que toleren las necesidades específicas para la fabricación de los componentes de la rectificadora, debe mantener factores de seguridad acordes al diseño de los componentes de la misma, de tal manera el factor de seguridad será el que decretará el material idóneo a utilizar.

Realizar los mantenimientos específicos para mantener la rectificadora en estado óptimo.

Seguir los procedimientos especificados en la guía de práctica de rectificación de discos.

Leer el manual proporcionado en este proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aficionados a la mecánica. (2014). *Sistema ABS/EDS*. Obtenido de http://www.aficionadosalamecanica.net/sistema_abs.htm.
- Aprendizaje. (2015). *Corte de metales y características de herramientaS* . Obtenido de http://www.aprendizaje.com.mx/curso/proceso2/temario2_iii_3.html .
- Arias, M. (2004). *Manual Arias-Paz del automóvil* (55 ed.). España: Dossat SL.
- Arrollo, J. (1996). *Los frenos en el automóvil*. Barcelona: CEAC.
- Arrollo, J. (2004). *Manual Ceac del Automóvil*. Barcelona: CEAC.
- Avilés, E. L., & Suntaxi, J. C. (2011). *Diseño y Construcción de Una Rectificadora de Discos de Freno Para Vehículos Livianos. (Tesis inédita de grado)*. UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA, Quito, Ecuador.
- Bosch. (1996). *Manual de la técnica del automóvil (3ª ed)*. España: Reverte S.A.
- CEAC. (2004). *Manual CEAC del Automóvil*. Barcelona, España: CEAC.
- Ferrer R. Julian. (2008). *Sistemas Transmisión y Frenado*. España: Paraninfo.
- Frederick C. Nash. (2004). *Fundamentos de Mecánica Automotriz*. México: Planeta.
- Gaviria, C. . (2009). *Sistema frenos ABS*. Obtenido de <http://cienciaautomotriz.blogspot.com/2009/05/sistema-frenos-abs.html>.
- Gil Martinez H. D. (2004). *Manual del Automóvil*. Madrid, España: Cultural S.A.
- Hans Appold. (1985). *Tecnología de los Metales*. España: Reverté S.A.
- J. Alonso. (2008). *Sistemas de transmisión y frenado*. España: Paraninfo.
- Jorge Gonzales. (2003). *Metalúrgica Mecánica*. México: Limusa S.A.
- Julian Ferrer Ruiz. (2008). *Sistemas Transmisión y Frenado*. España: Editex.

- Manual de formación SolidWorks. (2006). *Conceptos básicos de SolidWorks: Piezas y ensamblajes*.
- Manuel Orovio Astudillo. (2010). *Tecnología del Automóvil*. España: Paraninfo.
- Máquinas y Herramientas. (2014). *Herramientas de Corte para Torno*. Obtenido de <http://www.demaquinasyherramientas.com/mecanizado/herramientas-de-corte-para-torno-tipos-y-usos>.
- Marti, A. (1993). *Frenos ABS*. Barcelona: Marcombo BE.
- Mecánica Automotriz. (2014). *Manual de Frenos Tipo Disco*. Obtenido de <https://www.mecanicoautomotriz.org/568-manual-mecanica-automotriz-freno-tipo-disco>.
- Mikell P. Groover. (1997). *Fundamentos de Manufactura Moderna*. Mexico: Pearson.
- Molera, P. (2001). *Soldadura industrial: clases y aplicaciones*. Barcelona: Boixareu.
- N., L. (2011). *Maquinas Prontuario – Técnicas Maquinas Herramientas*. España: Paraninfo.
- Pantoja, R. D. (2017). *Diseño de un Banco Didáctico de Funcionamiento del Sistema de Frenos ABS Mazda BT-50 Para LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL. (Tesis inédita de grado) UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL. Santo Domingo de Los Tsáchilas*.
- Rafael, A. N. (2015). *Repotenciación de las Máquinas Rectificadoras, de Discos de Freno, Tambores de Freno y Válvulas de Motor, Para la Instalación en el Taller de Mecánica de Patio de LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ*.
- Robert L Mott. (2006). *Diseño de Elementos de Máquinas*. México: Pearson Educación.
- Soto, R. . (2006). *Frenos ABS (Tesis inédita de grado)*. Universidad de San Carlos, Guatemala.

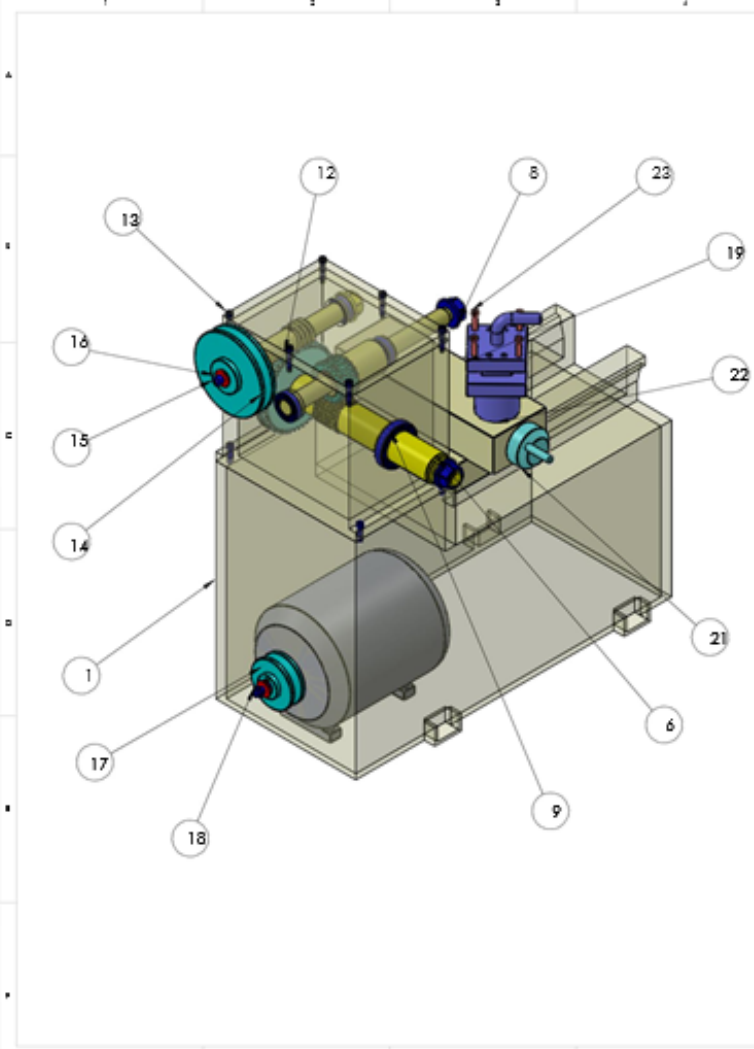
Timings R.L. . (2001). *Tecnología de la fabricación, tratamiento térmico, procesos y máquinas herramientas*. ISBN 970-15-0749-5.

Todo Autos. (2013). *Fallas en Frenos de disco y tambor, ¿Cómo detectarlas?* .
Obtenido de <http://www.todoautos.com.pe/portal/auto/mecanica/6293-discos-tambor-freno>.

Velocidad Final. (2010). *ABS/EBD/ESP/BAS/TCS Nuevos sistemas de seguridad activa*. Obtenido de <http://velocidadfinal.blogspot.com/2010/08/que-son-esas-tres-letras-abs-esp-ebd.html>.

Vizan, G. . (s.f.). *Elementos estructurales del vehículo. Transporte y mantenimiento de vehículos*. España : Editex.

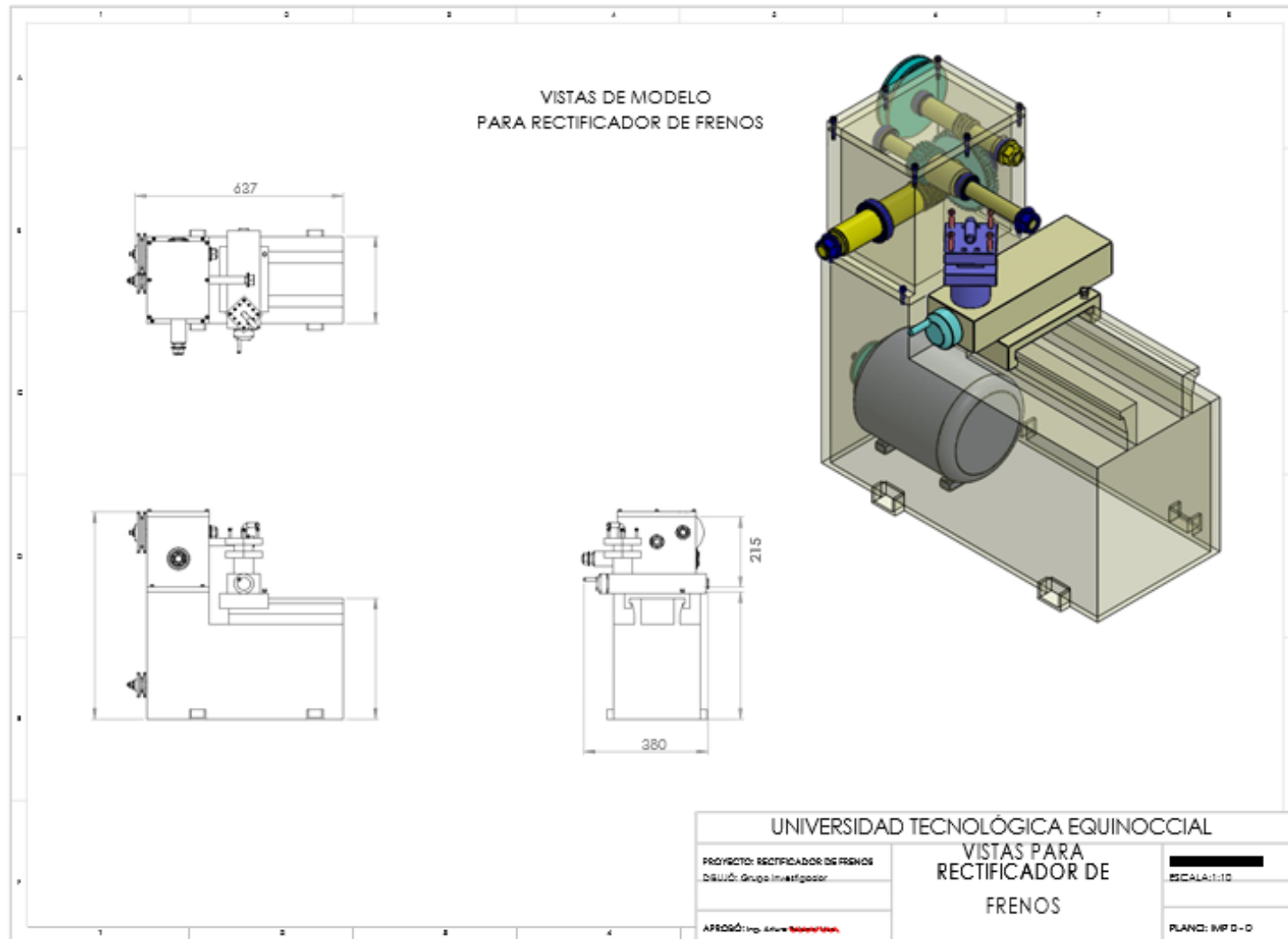
ANEXOS

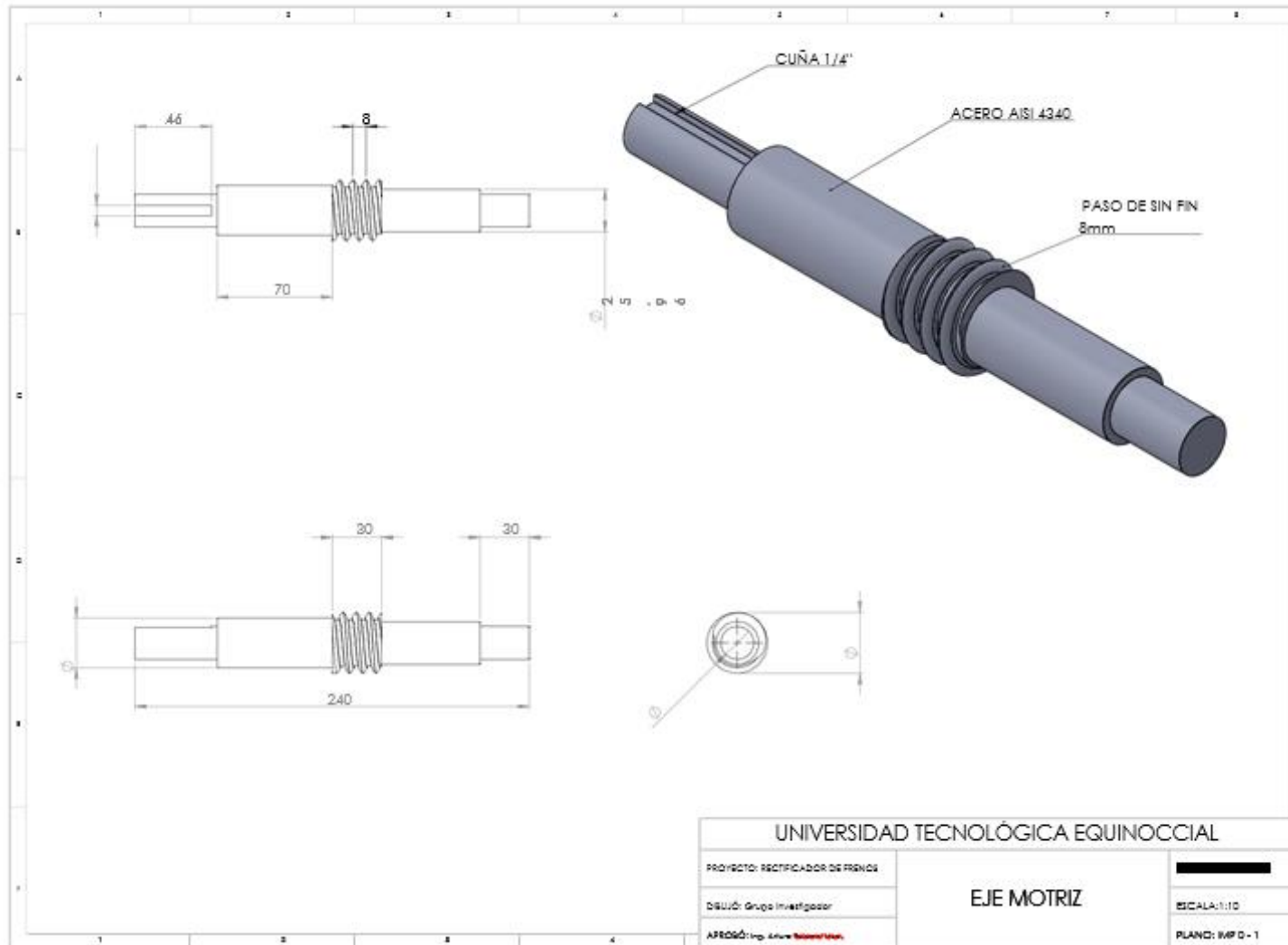


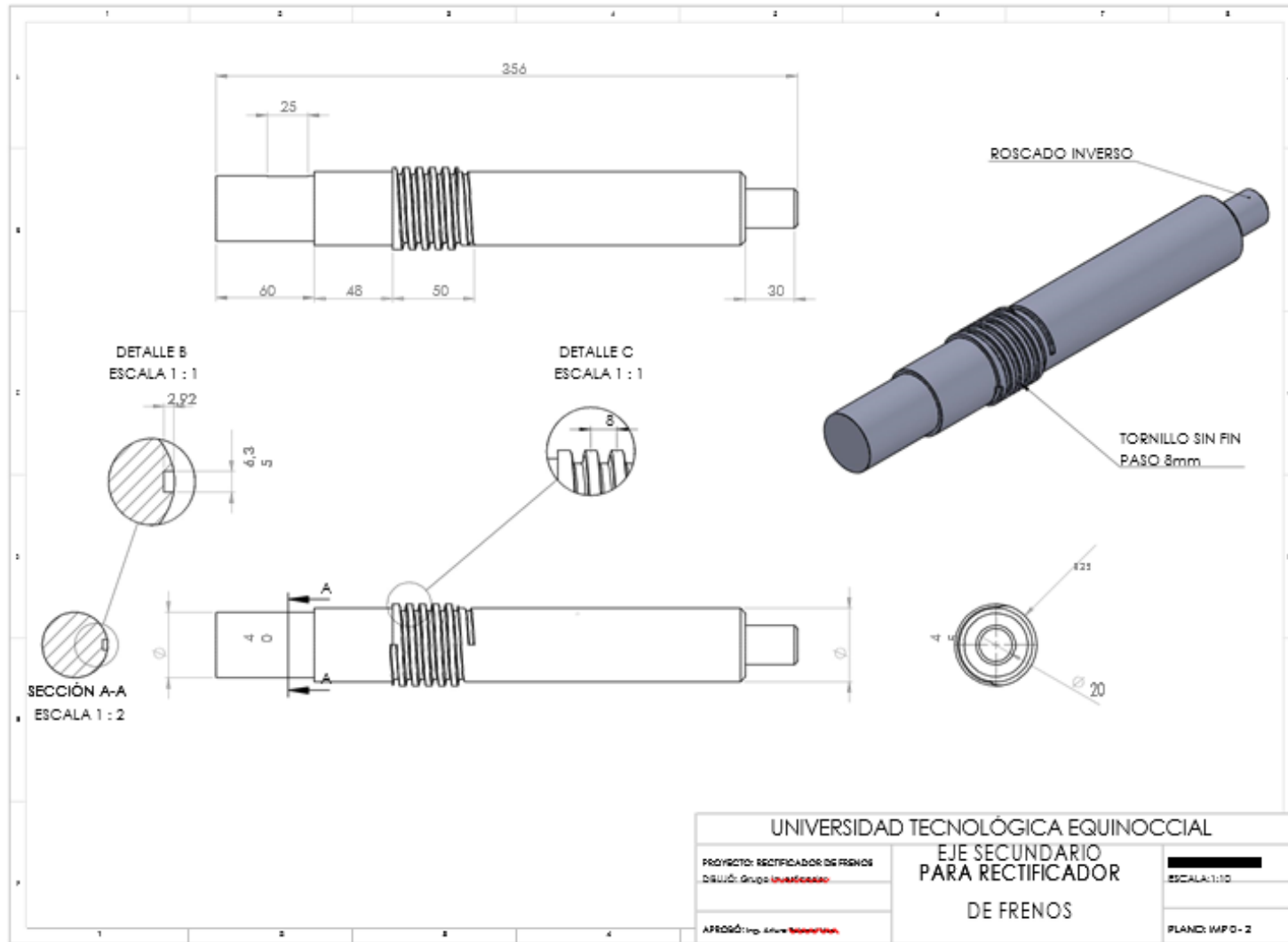
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	CARCASA INFERIOR DE RECTIFICADOR	HIERRO FUNDIDO	1
2	EJE 1 MOTRIZ PASO 8	AISI 4340	1
3	CORONA 1 Z50		1
4	AFBMA 19.1.2 - J26D020 - 18,SI,NC,18		2
5	AM-M20-N		1
6	EJE 2 PARA CORONA	AISI 4340	1
7	CUNA PARA CORONA 0,25 PUL		1
8	B18.2.2.4M - Hex flange nut, M20 x 2,5 -N		2
9	AFBMA 19.1.2 - J26D045 - 26,SI,NC,26		1
10	AFBMA 19.1.2 - J26D040 - 24,SI,NC,24		1
11	MOTOR ELECTRICO 220V AC		1
12	TAPA SUPERIOR DE CARCASA	HIERRO FUNDIDO	1
13	B18.3.1M - 6 x 1.0 x 30 Hex SHCS -- 30NHX		6
14	POLEA CONDUCCIDA 7PULG	ALUMINIO	1
15	B18.3.1M - 8 x 1.25 x 30 Hex SHCS -- 30NHX		1
16	B18.2.2M - Plain washer, 8 mm, regular		2
17	POLEA CONDUCCIDA 2PULG	ALUMINIO	1
18	B18.6.7M - M8 x 1.25 x 35 Indented HFMS --35N		1
19	BANCADA DE RECTIFICADOR	HIERRO FUNDIDO	1
20	HEXTS 8-Indented head-AB-25-N		1
21	TORNILLO DE AVANCE		1
22	PORTA CUCHILLA	HIERRO FUNDIDO	1
23	B18.3.3M - 6.5 x 25 SHSS --N		4
24	CARCASA SUPERIOR DE RECTIFICADOR	HIERRO FUNDIDO	1
25	B18.3.1M - 6 x 1.0 x 25 Hex SHCS -- 25NHX		4
26	EJE 3 PARA RECTIFICADOR	AISI 4340	1
27	CORONA 2 Z18		1
28	AFBMA 19.1.2 - J26D025 - 22,SI,NC,22		2

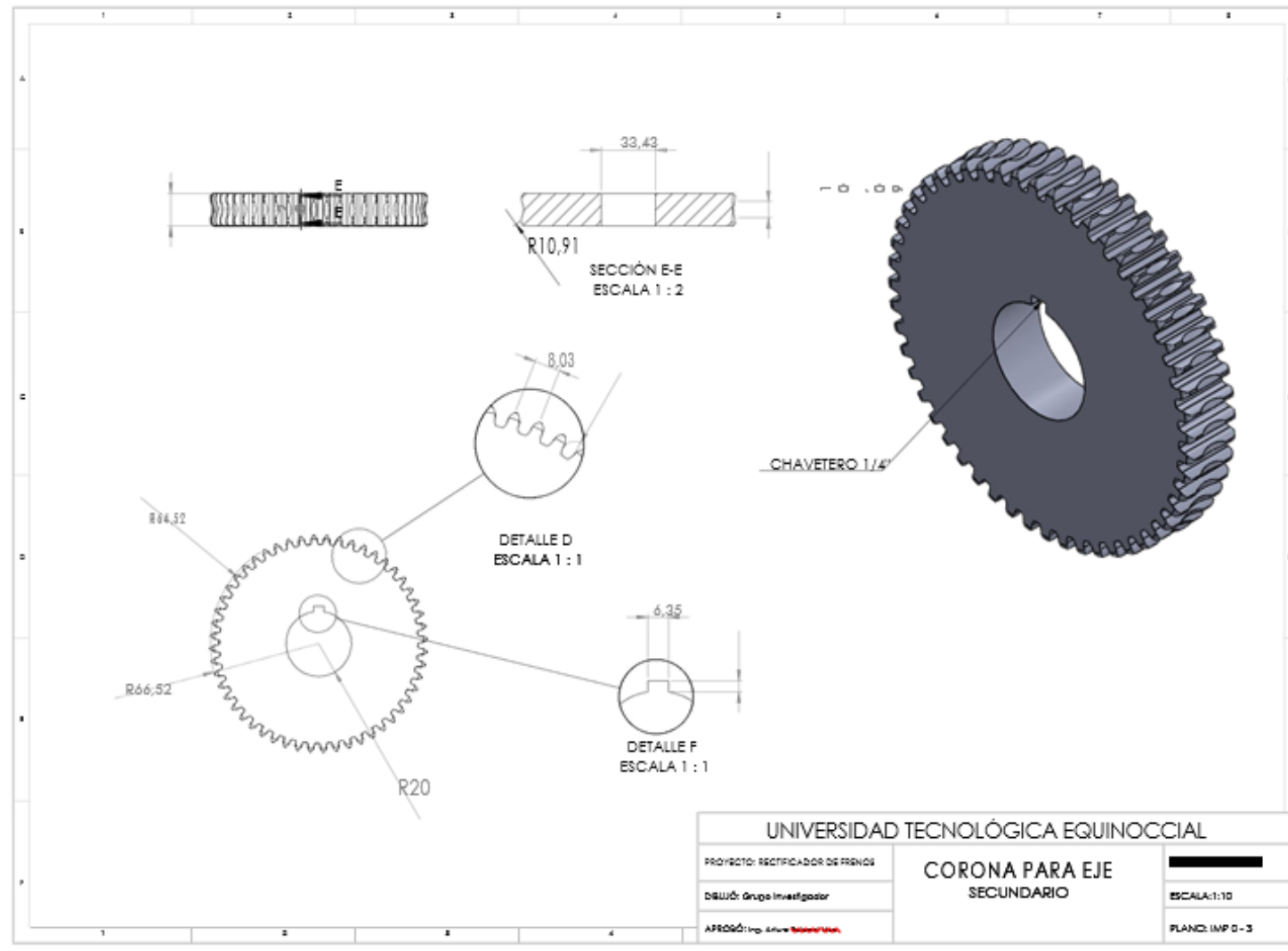
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

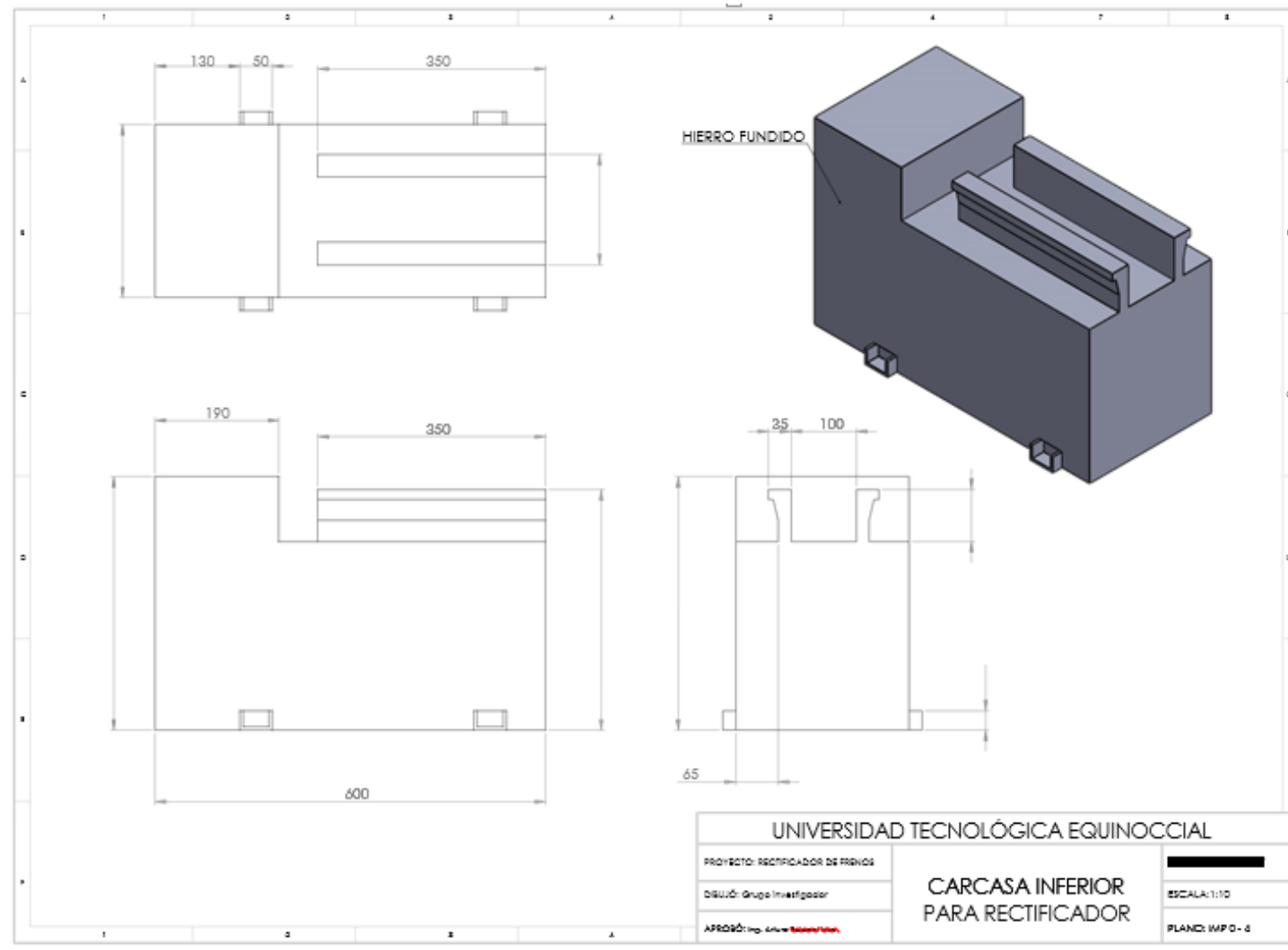
PROYECTO: RECTIFICADOR DE BRIND	PLANO GENERAL DE RECTIFICADOR	ESCALA: 1:10
DESIGN: Grupo Investigador		
APROBÓ: Ing. GILBERTO BARRERA	PARA FRENOS	PLANO: IMP

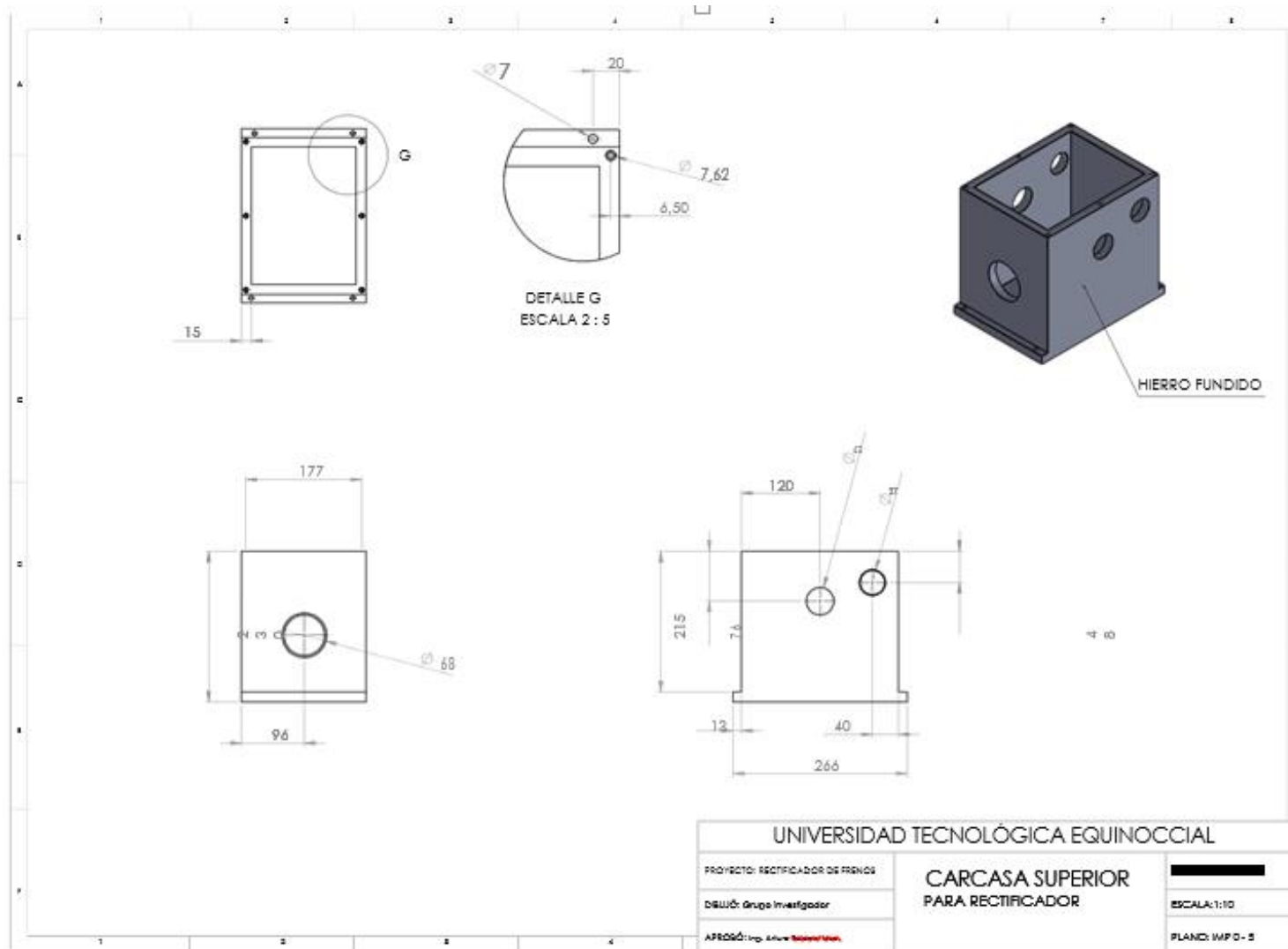


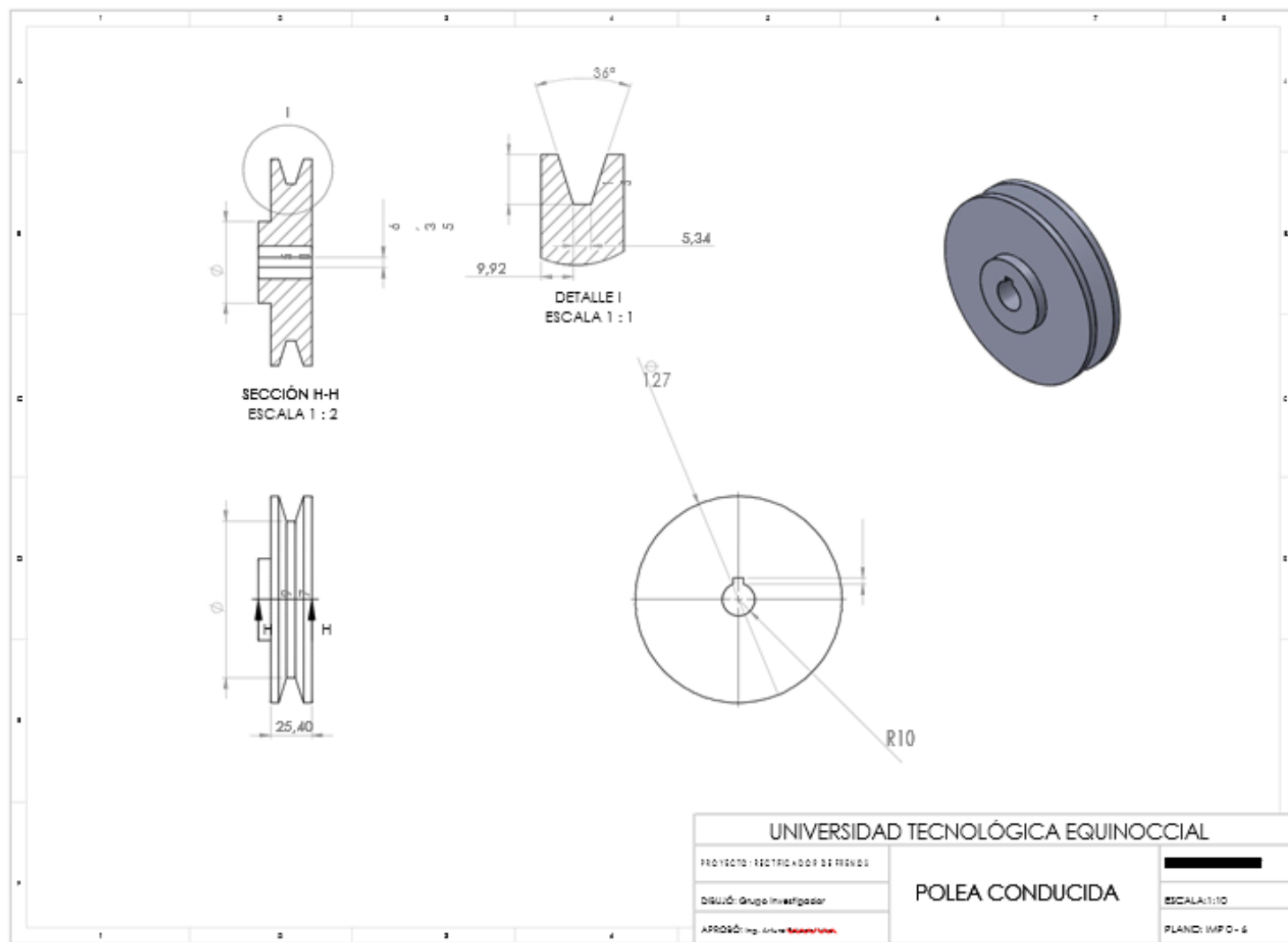


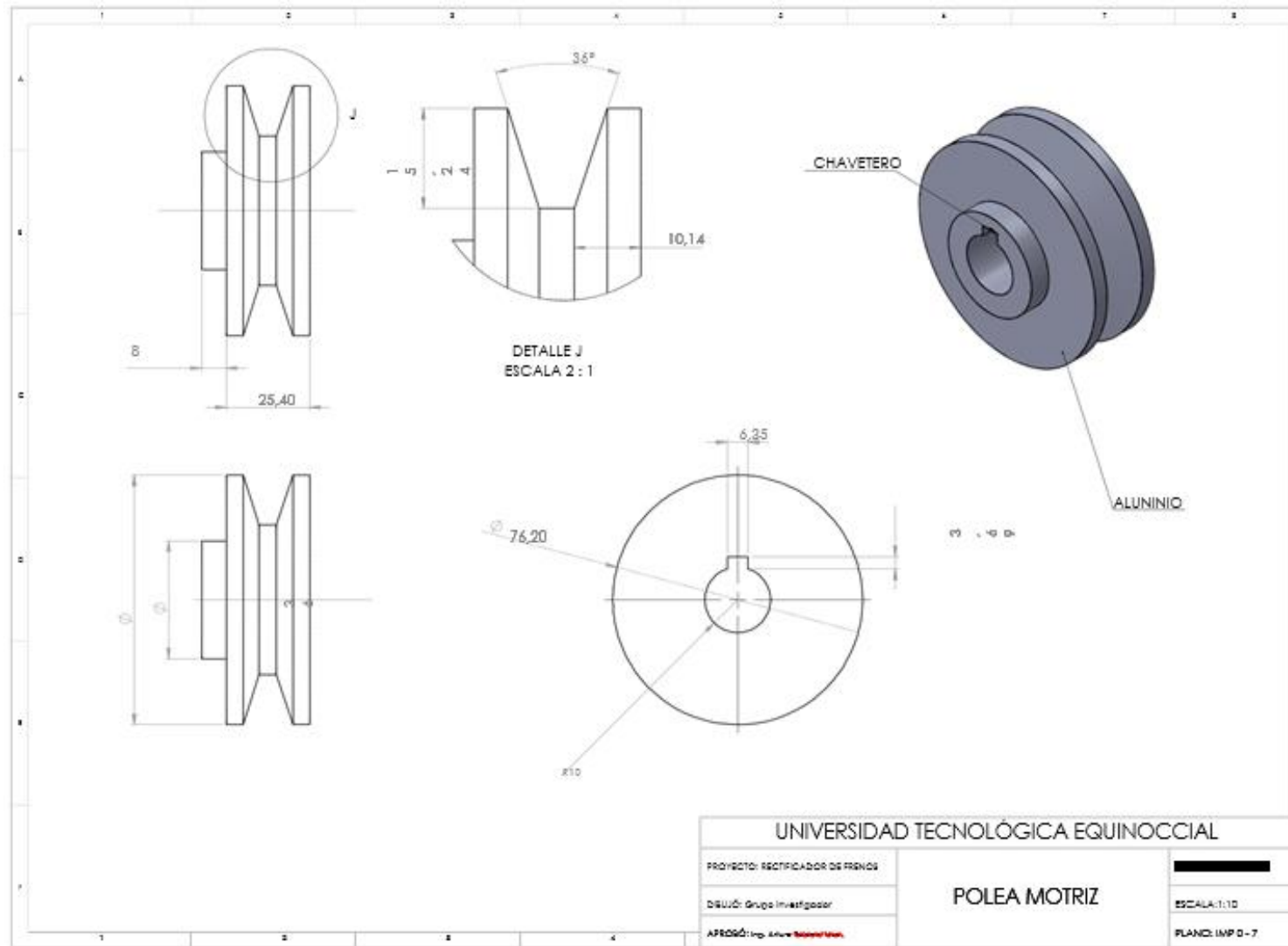


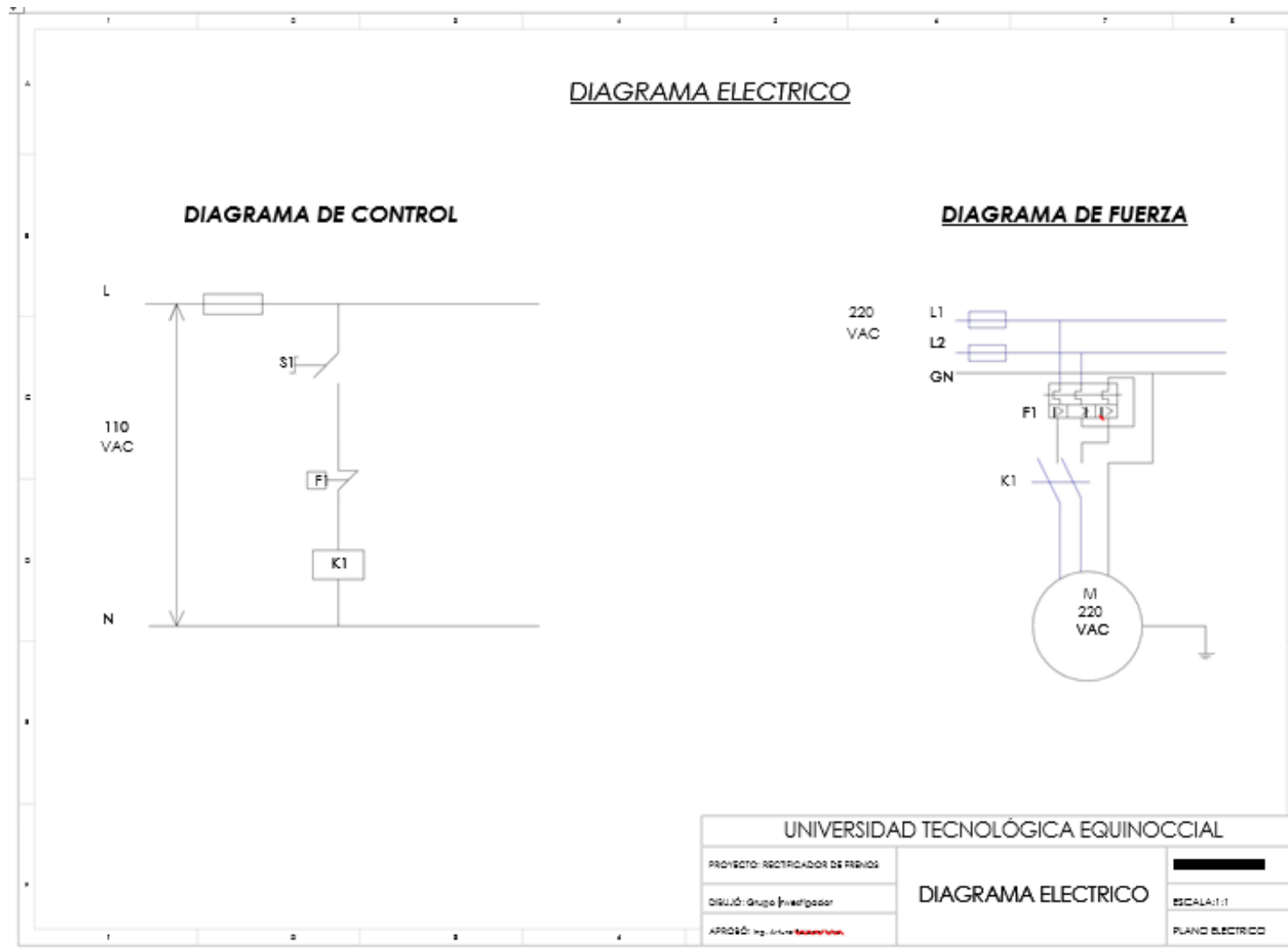














UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL.
SEDE SANTO DOMINGO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA	NIVEL	CÓDIGO	ASIGNATURA
Ingeniería Automotriz	Noveno		Nuevas Tecnologías

PRÁCTICA No.	LABORATORIO	NOMBRE/ TEMA DE LA PRÁCTICA	FECHA	TIEMPO
1	Taller Mecánico	Rectificación de Disco de Frenos - Rectificador UTE 2017 (C9335) (Rectificador de Discos)		4H

1. OBJETIVO GENERAL

Aprender sobre el uso de la maquina rectificadora y el proceso de rectificado.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar los componentes de la Rectificadora de discos y tambores de Frenos.
- Realizar mantenimiento y rectificado del disco de freno.
- Describir el funcionamiento de trabajo de la Rectificadora de discos y tambores de Frenos.

3	FUNDAMENTOS TEORICOS
---	-----------------------------

- **¿Qué es una rectificadora de Discos y tambores de freno?**

Es un torno que se basa en los principios de funcionamiento de los tornos convencionales, pero por su diseño y características especiales, realiza trabajos de mecanizado en discos y tambores de freno.

- **Componentes de la Rectificadora de Discos y Tambores de Freno.**

Se compone de un motor trifásico de corriente alterna modelo (Y801-2B3). Con un cuerpo de fundición gris; Un cabezal que sostiene a un eje diseñado especialmente para discos de freno de entre 180- 350mm, un carro móvil que sujeta a un porta cuchillas para discos.

- **Función que cumple la porta cuchillas en la rectificadora.**

La función a realizar por parte de la porta cuchillas es sujetar a las cuchillas y mediante el micrómetro realizar el refrentado del disco de freno.

- **Método de trabajo de la rectificadora de discos y tambores de freno**

La rectificadora de discos y tambores de freno se caracteriza por un método de trabajo sencillo y rápido; gracias a su motor de buen desempeño, un eje de construcción preciso, aunado a un micrómetro junto con cuchillas de precisión, da como resultado un trabajo de rectificado de alta calidad.

El eje sirve de morada para los discos de entre 180 a 350 mm de diámetro, estos son sujetos mediante los accesorios que incorporan la rectificadora. El carro móvil que aloja a la porta cuchillas es operado mediante las manijas de posición; ya estando en el lugar indicado y con el apoyo del micrómetro logramos posicionar la apertura de las cuchillas sobre el disco.

4.	RECURSOS	
	EQUIPO Y HERRAMIENTAS	MATERIAL Y EQUIPO DE APOYO
	<ul style="list-style-type: none"> • Rectificadora de discos y tambores UTE • Llaves (11 y 35) mm • Accesorios de Rectificadora • Cuchillas de Widia • Calibrado Pie de Rey • Reloj Palpador 	<ul style="list-style-type: none"> • Guantes • Franela • Lestes protectores • Cuaderno • Manual del fabricante del disco • Brocha • Lija

5. PROCEDIMIENTO

Proceso de montaje

1. Limpieza del disco con lija y el líquido pulverizador adecuado.

1.)



Pulverizador limpiador de frenos.

2. Verificar que el diámetro del disco esté dentro de los parámetros establecidos para montarlo en la rectificadora. (180-350)mm

2.)







Diametro del disco

3. Verificar que el grosor mínimo del disco esté en los valores aceptables por el fabricante para poder rectificarlo.

3.)



Espesor del disco

<p>5.1</p> <p>4. Prestar atención a los daños en el disco y establecer si es posible rectificarlos.</p> <p>5. Colocar el cono en el eje del porta-discos.</p> <p>6. Colocar el disco en el eje del porta-discos.</p>	4.) 
	Apto para Rectificar 
	5.) 
	6.) 

7. Colocar el adaptador en el eje porta-discos.

7.)



Disco en porta disco paso 3

8. Colocar la tuerca de sujeción

8.)



Disco en porta disco paso 4


9. Ajustar la tuerca con la llave de 35 mm


9.)





Disco en porta disco paso 5

Proceso De Rectificación

1. Recorrer y centrar el carro móvil sobre el disco de frenos, mediante las manijas de rotación.
 - 1.) 

Regulación del carro móvil
2. Ajustar las cuchillas en el porta-cuchillas mediante la llave de 11 mm.
 - 2.) 

Regulación de cuchillas.
3. Maquinar las cejas producidas por el desgaste al estar en contacto con las pastillas; estas cejas se encuentran en las superficies interna y externa del disco.
 - 3.) 

Proceso de maquinar cejas
4. La operación de destronado se lleva a cabo en toda la superficie de frenado, iniciando siempre desde la parte interna hacia la externa del disco.
 - 4.) 

Operación de destronado

5.2

5. Cepillado.

5.)



Cepillado

6. Limpiar el disco para retirar cualquier residuo del maquinado

6.)



Limpieza del disco

7. Retirar en orden inverso al que se instaló, para poder liberar el disco del eje porta-disco

7.)



Retirar el disco

8. Verificar el espesor del disco rectificando mediante un calibrador pie de rey; este debe estar dentro los límites establecidos por el fabricante

8.)



Medición del nuevo espesor.

9. Verificar desniveles en el disco rectificando mediante un reloj palpador en 4 puntos del disco; este debe estar dentro los límites establecidos por el fabricante.

9.)



Medición de distintas áreas del disco













6 Resultados				
1. Datos Obtenidos en la practica				
		Si	No	
- El Disco es Apto para Rectificar		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Indique los motivos por los cuales se puede o no rectificar el Disco				
Ítem	Mínimo	Máximo	Unidad	Mínimo Máximo
	(Dato Obtenido del Manual)			(Dato Obtenido De la Practica)
- Diámetro Máximo y Espesor Mínimo del Disco	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Grosor del Disco después de Rectificar (Calibrador Pie de Rey)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
- Grosor del Disco después de Rectificar (Reloj Palpador en 4 puntos del disco)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
CONCLUSIONES	
•	
<hr/>	
<hr/>	
<hr/>	
RECOMENDACIONES	
•	
<hr/>	
<hr/>	
<hr/>	

8.	CUESTIONARIO
	<p>1. ¿Qué entiende por maquinado?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>2. ¿Cómo se consigue en el proceso de destrucado?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>3. ¿Qué es el proceso de refrentado?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>4. ¿Qué tipo de cuchillas se usó en el proceso de rectificado? y ¿Por qué cree usted que es la mejor opción?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>5. ¿Cuál es la función de los conos en el proceso de rectificado?</p> <p>_____</p> <p>_____</p>

9.	BIBLIOGRAFIA
	<ul style="list-style-type: none"> • Molera, P. (2001). Soldadura industrial: clases y aplicaciones. Barcelona, España: Boixareu. • Larburu. N. (2011). Maquinas Prontuario – Tecnicas Maquinas Herramientas. España: Paraninfo. • J. Alonso (2008). Sistemas de Transmisión y Frenado. España: Paraninfo. • TimingsR.L. (2001). Tecnología de la fabricación, tratamiento térmico, procesos y maquinas herramientas. ISBN 970-15-0749-5

Clasificación ISO/DIN de las herramientas con placa soldada de metal duro

Clasificación ISO	Clasificación DIN	Aplicación	Forma del cabezal (R=derecha; L=izquierda)
1	4971	Herramienta de desbaste recta	
2	4972	Herramienta de desbaste acodada	
3	4978	Herramienta de cilindrar y <u>refrentar</u>	
4	4976	Herramienta de pala para acanalar	
5	4977	Herramienta de <u>refrentar</u> acodada	
6	4980	Herramienta de cilindrar acodada	
7	4981	Herramienta de tronzar	
8	4973	Herramienta para agujeros pasantes	
9	4974	Herramienta para agujeros ciegos	
351	4975	Herramienta de punta para cilindrar y afinar	
282	-	Herramienta de roscado exterior	
283	-	Herramienta de roscado interior	
263	-	Herramienta de <u>ranurado</u> interior	

Fuente: Joelfrax (mecanizado)



Construcción de la base y pintado de la rectificadora.

Lista de Elementos

Producto No:001

Medidas (L x W x H)

600 x 1000 x 600 mm

Nombre	Cantidad
Maquina C9335	1 Set

1. Descripción y notas de seguridad.

1.1. Descripción

Esta es una maquina metálica de corte la cual es usada para calibrar, cortar y reparar los discos y tambores de freno de autos y camionetas. Los accesorios han sido diseñados para los vehículos que se encuentran en nuestro mercado, si se tiene que reparar discos o tambores de frenos de vehículos con discos o tambores los cuales necesiten accesorios de otras medidas pueden ser contruidos.

La máquina consta de una estructura simple, de operación conveniente, con grande rigidez, corte rápido y gran eficiencia de trabajo.

2. Notas de seguridad

La información de seguridad indicada en este manual, los cuidados y posibles malfuncionamientos se encuentran descritos a continuación, tomar en cuenta que solo incluyen algunas situaciones previsibles en lugar de todas las situaciones que puedan ocurrir.

- 1) Leer el manual cuidadosamente y familiarizarse con la estructura, desempeño e información relevante de la maquina antes de operarla, para asegurarse de su correcto manejo.
- 2) Usar ropa de trabajo especializada para operar. No use ropa ligera o joyas, agarrarse el cabello suelto cerca de la máquina para prevenir accidentes.
- 3) Mantener el ambiente de trabajo limpio y ordenado antes de operar para evitar accidentes como tropiezos y deslizamientos.

- 4) Antes de operar, asegurarse de que la protección sea retirada completamente, si las partes movibles trabajan suavemente en su trayectoria, si hay herramientas o cosas perdidas en la maquina o en el lugar de trabajo y si las manijas de operación están en la posición correcta.
- 5) Asegúrese que las cuchillas estén sujetas correctamente ya que está prohibido montarlas o desmontarlas antes q la maquina se detenga.
- 6) No tocar las piezas en movimiento o las cuchillas, mantener el cuerpo lejos de las partes que se mueven o giran y no sobrecargarse mientras opere.
- 7) Haga chequeos de seguridad relativos y asegurese que la maquina esté empotrada al suelo antes de encenderla. No toque las partes eléctricas con manos mojadas mientras se trabaja. Las reparaciones deben ser dirigidas por profesionales y la electricidad debe ser pagada primero.
- 8) Apagar la fuente eléctrica cuando se acabe el trabajo para evitar accidentes o incendios.

3. Especificaciones

- 1.- Procesamiento..... 180-350mm
- 2.-Recorrido del carro.....100mm
- 3.- Rotacion velocidad del eje.....90 r.p.m
- 4.- Alimentacion.....0.15mm/t
- 5.-Motor.....Modelo Y801-2 B3 Poder 0.75kw
- 6.- Dimension total (LxWxH).....600X1000X600mm

4. Estructura principal

- 1.- **Cuerpo:** este consiste de una base, palanca de deslizamiento superior, palanca de deslizamiento inferior, portaherramientas. La caja del eje estaba asentada en el cuerpo y el tornillo de alimentación está acomodados en la base. El interfaz del tornillo de alimentación conecta la caja del eje con la palanca de cambio, y el tornillo

principal se mueve deslizándose por el tablero inferior por una tuerca. Hay un nivel alterno en el medio para realizar el rectificado automático o manual. La palanca de deslizamiento superior está sobre la palanca de deslizamiento inferior, movimiento cruzado de esto se obtiene por el tornillo principal (guía). El portaherramientas está acomodado sobre las palancas de deslizamiento, y el árbol de herramientas está ubicado en este por 2 tornillos guías. Hay 2 posiciones para mantener el árbol de herramientas, una es para cortar el freno de tambor y otro es para cortar el disco de freno. Los tornillos sobre el porta cuchillas de herramientas sirven para ajustar las cuchillas.

El motor está montado dentro de la base.

2.- **Caja de Eje:** el mecanismo de cambio de velocidad en la caja de eje consigue una rotación de 2 ejes al mismo tiempo. El eje paralelo al cuerpo guía sirve para tornear el freno de tambor y el otro es para tornear discos de freno.

3.- **Electricos:** los componentes eléctricos están montados dentro de la base.

5. Lubricación

La caja de eje trabaja con aceite no.20, el nivel de aceite debe estar siempre un poco más arriba del indicador de aceite central, ni muy alto ni muy bajo. Hacer el primer cambio de aceite después de la primera semana de trabajo, luego el segundo cambio 20 días de trabajo después y cada medio año de ahí en adelante. Otra forma de lubricación puede ser lubricando mediante la adición de aceite dentro del agujero de taza de aceite (con pistola de aceite) o la parte de superficie aceitosa.

6. Prueba

1.- después de colocar la máquina, dismantelar la capa metálica protectora, limpiar el aceite derramado en las partes con gasolina o keroseno, no raspar con cosas duras/lustre o limpiar las partes pintadas con gasolina. La superficie limpia debe estar cubierta por aceite para lubricar a prueba de moho.

2.- Aprender y entender las funciones de varias partes y de cada palanca e interruptores.

3.- Llenar la caja con aceite tal como dice los requerimientos de lubricación, y cada parte que tenga movimiento debe ser lubricada.

4.- Ajustar las palancas en nivel 0, cubrir el eje para torneear el disco de freno con la capa protectora y comience el motor para ver si dirección de rotación coincide con el cinturón de cobertura q señala, de otra manera debe cambiar la conexión de luz.

5.- pruebe la velocidad de rotación y la capacidad de alimentación, y que la marcha al vacío no sea menos de 5 minutos. No tocar las palancas antes que el motor se detenga para evitar daños.

7. Operación

1.- Torneo de frenos de tambor

- 1) Seleccionar los conos correspondientes al freno de tambor. (Todas han sido marcadas)
- 2) Establecer los conos de mangas correspondientes dentro del eje cortante de freno de tambor (posición de rodamiento exterior).
- 3) Limpiar el anillo externo de ascenso y descenso de rodamiento del freno de tambor, acomodar en el eje de corte del freno de tambor.
- 4) Establecer los conos correspondientes (posición de rodamiento exterior) en el eje cortador de frenos de tambor.
- 5) Establecer el anillo de cojin y sostenerlo con una tuerca.
- 6) Dirigir el nivel a posición manual girar el interruptor de combinación para rotar el freno de tambor. Rotar el tornillo de alimentación por el lado derecho y rotar la palanca de alimentación a la izquierda para alcanzar el ajuste de herramienta, y reemplazar la navaja con un torno para obtener la superficie de corte ideal.
- 7) Mover la posición de la palanca a “alimentación” y comenzar el torneo.
- 8) Después del corte, mover la palanca a posición manual rotar la palanca portaherramientas para sacar la navaja fuera y girar el interruptor de combinación para detener la máquina.

- 9) Aflojar la tuerca sacar el cono de mangas y la pieza d trabajo luego el corte finalizara.

2.- Torneo de frenos de disco.

Desmantelar la capa protectora para evitar accidentes.

- 1) Seleccionar la posición de los sujetadores correspondientes a, el plato de freno.
- 2) Establecer la mitad de la parte frontal de la abrazadera frontal del eje.
- 3) Ponga el plato de freno a el eje y acomodar apropiadamente el mango cónico.
- 4) Ajustar la tuerca
- 5) Manejar la palanca a la posición de “alimentación manual” presionar el interruptor de combinación “encendido/ apagado” para rotar el plato de freno. Rotar el tornillo de alimentación con la mano derecha y rotar la palanca de alimentación para la izquierda para hacer el portaherramientas, y reemplazar la navaja con el torno para obtener una superficie de corte ideal.
- 6) Establecer la palanca en posición auto alimentación para comenzar el corte.
- 7) Repetir 5 y 6 nuevamente luego de cada corte, tomar el mando a manual y detener la máquina.
- 8) Cuando el torneo finalice mover la palanca a posición manual, rotar la palanca de portaherramientas para retirar la cuchilla, y cambiar el interruptor de combinación para detener la máquina y rotar el tornillo de alimentación para regresar el portaherramientas.
- 9) Aflojar la tuerca, la pieza de trabajo, luego finaliza el corte.

8. Mantenimiento

- 1.- Chequear el aceite en la caja de los ejes frecuentemente, el aceite no debe estar ni muy arriba ni muy abajo del indicador central.
- 2.- Todas las partes lubricadas deben mantenerse limpias y tener aceite limpio.

- 3.- Se debe limpiar la maquina cuando la obra termine.
- 4.- La superficie como en la guía como el eje, los sujetadores y el cono deben ser limpiados y lubricados con aceite anticorrosivo.
- 5.-Encender la maquina por no menos de 5 minutos para lubricar las partes.
- 6.- Inspeccionar la correa de motor periódicamente.
- 7.- Todos los componentes eléctricos deben ser limpiados para que no tengan polvo, evitando daños. Y debe ser reparado o cambiado a tiempo si existiese daño alguno.
- 8.- Halar el interruptor para apagar la electricidad cuando la maquina no sea utilizada.

9. Malfuncionamiento y posibles remedios.

Mal funcionamiento	Causas	Posibles remedios
Ruidos altos	A.- No están ajustados los soportes. B.- Los soportes están desgastados.	A.-Ajustar el tornillo en la capa de soporte. B.-Reemplazar el soporte.
Manejo no estable	A.-Correas están sueltas B.- El espacio del carril guía no es adecuado C.- El espacio entre el tornillo de alimentación y la tuerca es muy grande.	A.- Regular el tornillo de motor. B.- reemplazar la tuerca
El carril de herramientas de rotación manual no es suave	La tuerca de rotación en el eje manual esta sobre ajustado	Desajustar
Pieza de trabajo en mala posición	Selecciono mal la localización de las mangas de conos	Escogerlos de nuevo
Precisión no es satisfactorio	A.-la pieza de trabajo está fuera de posición B.- El espacio de soportes del eje no es adecuado. C.- Inadecuada herramienta de corte. D.-La base no se encuentra ubicada correctamente	A.-Instalar nuevamente B.-Ajustar el soporte C.- Usar la herramienta adecuada. D.- Ajustar el cojín de hierro.