

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

Proceso de remanufactura de una rectificadora tangencial

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**Ingeniero Mecánico**

Presentado por:

María Belén Macías Badaraco

Andrés Fernando Cobeña Rugel

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

Año: 2021

# DEDICATORIA

A nuestra familia

María Belén Macías

Andrés Cobeña

# AGRADECIMIENTOS

A nuestra familia

María Belén Macías

Andrés Cobeña

## DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *María Belén Macías Badaraco y Andrés Fernando Cobeña Rugel* damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



María Belén Macías  
Badaraco



Andrés Fernando  
Cobeña Rugel

# EVALUADORES

---

**Ángel Ramírez M., PhD.**

PROFESOR DE LA MATERIA

---

**Fausto Maldonado G., MSc.**

PROFESOR TUTOR

## RESUMEN

Cuando las maquinas en los talleres metalmecánicos se acercan a su fin de vida presentan muchos problemas, en la mayoría de los casos se busca desechar el equipo defectuoso y comprar uno nuevo, sin embargo, desarrollando el adecuado análisis se podría remanufacturar. En el presente proyecto de graduación se realizará el proceso de remanufactura para devolver el valor en el mercado y funcionalidad a una rectificadora tangencial.

Para este proyecto se utilizó como estrategia de recuperación el ciclo técnico de economía circular, en ella se encuentran los pasos que componen el proceso de remanufactura, los cuales consistieron en: recogida del equipo, desmontaje, separación de partes, limpieza de cada elemento e inspección basada en pruebas de funcionalidad para cada componente. Se emplearon libros de diseño mecánico, manuales de equipos y partes como guías para identificación de fallas, rediseño y selección de repuestos. Además, se empleó el software AUTODESK INVENTOR para el modelado 3D de la rectificadora. Finalmente, se creó un manual de desmontaje de la máquina.

El análisis de los componentes desmontados arrojó como resultado problemas en el sistema de transmisión (poleas y bandas) y en el tornillo sin fin encargado del movimiento de la mesa transversal, esto se evidenció en la medición de los elementos mencionados para el modelado 3D. Además, se identificó la necesidad de reemplazar piezas como pernos y rodamientos.

El proceso de remanufactura aplicado demuestra que no es necesario hacer grandes inversiones para devolver la vida útil a un equipo en poco tiempo. Adicionalmente, no genera impacto ambiental por contaminación, lo que contribuye a los objetivos del desarrollo sostenible.

**Palabras Clave:** Remanufactura, Rectificadora, Modelado 3D, Economía Circular.

## **ABSTRACT**

*When machines in metal-mechanical workshops are approaching their end of life they present many problems, in most cases it is sought to discard the defective equipment and buy a new one, however, developing the proper analysis could be remanufactured. In this graduation project, the remanufacturing process will be carried out to restore the market value and functionality of a tangential grinding machine.*

*For this project, the technical cycle of circular economy was used as a recovery strategy, in which the steps that make up the remanufacturing process are found, which consisted of collection of the equipment, disassembly, separation of parts, cleaning of each element and inspection based on functionality tests for each component. Mechanical design books, equipment and parts manuals were used as guides for failure identification, redesign, and spare parts selection. In addition, AUTODESK INVENTOR software was used for 3D modeling of the grinding machine. Finally, a machine disassembly manual was created.*

*The analysis of the disassembled components resulted in problems in the transmission system (pulleys and belts) and in the worm screw in charge of the cross-table movement, this was evidenced in the measurement of the mentioned elements for the 3D modeling. In addition, the need to replace parts such as bolts and bearings was identified.*

*The remanufacturing process applied demonstrates that it is not necessary to make large investments to restore the useful life of a piece of equipment in a short time. Additionally, it does not generate environmental impact due to pollution, which contributes to the objectives of sustainable development.*

**Keywords:** *Remanufacturing, grinding machine, 3D modeling, Circular Economy.*

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
<i>ABSTRACT</i> .....	II
ÍNDICE GENERAL .....	III
ABREVIATURAS.....	V
SIMBOLOGÍA.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
ÍNDICE DE PLANOS.....	IX
CAPÍTULO 1.....	1
1. Introducción .....	1
1.1 Descripción del problema .....	1
1.2 Justificación del problema .....	1
1.3 Objetivos .....	1
1.3.1 Objetivo General .....	1
1.3.2 Objetivos Específicos.....	2
1.4 Marco teórico.....	2
1.4.1 Procesos abrasivos.....	2
1.4.2 Rectificado .....	2
1.4.3 Procesos de remanufactura .....	4
1.4.4 Ciclos técnicos de la economía circular (remanufactura).....	7
CAPÍTULO 2.....	8
2. Metodología .....	8
2.1 Selección de alternativas.....	8
2.1.1 Consideraciones .....	8
2.1.2 Alternativas de solución: .....	9
2.1.3 Matriz de decisión .....	11

2.2	Desmontaje del equipo.....	11
2.2.1	Limpieza de componentes .....	13
2.2.2	Identificación de partes y piezas .....	14
2.2.3	Evaluación de componentes.....	18
2.3	Modelado 3D .....	19
2.4	Mecanización de partes y piezas .....	20
2.4.1	Análisis estático del tornillo sin fin.....	20
2.4.2	Cálculo de vida útil de los rodamientos.....	24
CAPÍTULO 3.....		27
3.	Resultados Y ANÁLISIS .....	27
3.1	Planos del equipo, componentes y manual de desmontaje.....	27
3.2	Tiempo de vida útil de rodamientos.....	27
3.3	Análisis de costos.....	27
3.3.1	Costo de componentes .....	28
3.4	Rentabilidad del proyecto .....	30
3.4.1	Importación de la rectificadora.....	30
3.4.2	Compra local de la rectificadora.....	30
3.4.3	Comparación de valores .....	31
CAPÍTULO 4.....		32
4.	Conclusiones Y Recomendaciones .....	32
4.1	Conclusiones.....	32
4.2	Recomendaciones.....	33

BIBLIOGRAFÍA

APÉNDICES

## **ABREVIATURAS**

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FIMCP	Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción
SKF	Svenska Kullagerfabrik – Fábrica de Rodamientos de Bola Sueca
EXW	ExWorks
CNC	Control Numérico por Computadora
HP	Horse Power

## SIMBOLOGÍA

mm	milímetro
kg	Kilogramo
m	Metro
V	Voltio
N	Newton
Rpm	Revoluciones por minuto
kN	Kilo Newton

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Geometría de la superficie durante el esmerilado. ....	3
Figura 1.2 Componentes principales de una rectificadora tangencial. ....	4
Figura 1.3 Ciclos de la economía circular guiada a la remanufactura .....	7
Figura 2.1 Diagrama de desmontaje de la rectificadora. . ....	12
Figura 2.2 Limpieza de componentes de la rectificadora. ....	13
Figura 2.3 Bancada de la rectificadora.. ....	14
Figura 2.4 Mesa de trabajo .....	15
Figura 2.5 Mesa de avance transversal.....	15
Figura 2.6 Mesa de avance horizontal.....	16
Figura 2.7 Columna montante, contiene el eje del husillo. ....	16
Figura 2.8 Eje del husillo. . ....	17
Figura 2.9 Sistema de sujeción, base magnética .....	17
Figura 2.10 Motor trifásico de 1HP .....	18
Figura 2.11 Modelo 3D de la máquina rectificadora. ....	20
Figura 2.12 Diagrama de cuerpo libre de la mesa de trabajo de la rectificadora. ....	24
Figura 2.13 Especificaciones dimensionales de rodamiento .....	25

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Matriz de decisión.....	11
Tabla 2.2 Medidas de Pernos en.....	18
Tabla 2.3 Dimensiones del rodamiento .....	25
Tabla 3.1 Costo de materiales e insumos para reparación de la máquina .....	28
Tabla 3.2 Costos de elementos de uniones e insumos varios.....	28
Tabla 3.3 Estimación de costos de mano de obra.....	29
Tabla 3.4 Costo total de restauración de la rectificadora.....	29
Tabla 3.5 Valores de importación .....	30
Tabla 3.6 Valores de las 3 opciones.....	31

## ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1	Torre Del Husillo .....	59
Plano 2	Torre A .....	60
Plano 3	Torre B .....	61
Plano 4	Carro Central.....	62
Plano 5	Eje Principal .....	63
Plano 6	Porta Eje .....	64
Plano 7	Eje De Husillo.....	65
Plano 8	Sistema De Transmisión.....	66
Plano 9	Base De Motor.....	67
Plano 10	Poleas.....	68
Plano 11	Mesa De Trabajo (Normal) .....	69
Plano 12	Carro Normal.....	70
Plano 13	Tornillo Sin Fin.....	71
Plano 14	Tuerca Sin Fin .....	72
Plano 15	Mesa Transversal + Base Magnética.....	73
Plano 16	Mesa Transversal.....	74
Plano 17	Bancada Principal.....	75
Plano 18	Bancada.....	76
Plano 19	Mecanismo Vertical.....	77
Plano 20	Eslabón.....	78

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Descripción del problema

Las rectificadoras tangenciales sufren daños debido a su empleo cotidiano o por causas externas como la falta de mantenimiento, uso inadecuado y factores del ambiente de trabajo. En Ecuador, es muy común la reparación de todo tipo de maquinaria, aunque esto no implica reutilizar partes y piezas, generalmente se opta por adquirir una máquina nueva, lo que representa un mal manejo de recursos.

Una rectificadora tangencial de la ESPOL ha estado inhabilitada por varios años, esto ha provocado pérdidas, puesto que, se ha tenido que buscar alternativas para cumplir con su función. Para el aprovechamiento adecuado de recursos disponibles, se requiere reacondicionar la máquina de tal manera que recupere su funcionalidad y así dar paso a que la remanufactura sea la primera opción cuando se averíe un equipo.

### 1.2 Justificación del problema

Se ha demostrado que la remanufactura es una alternativa viable para extender el ciclo de vida de un determinado producto y sus componentes los cuales son previamente analizados, evaluados y reacondicionados para ponerlos en funcionamiento. En Ecuador, se ha consolidado el mercado que se dedica a la importación de maquinaria pesada incluyendo partes y piezas, desde países norteamericanos o de Europa, el desarrollo de nuevas estrategias y procesos de remanufactura de productos causaría un gran impacto en cuanto a los costos que se derivan de este mercado, permitiendo la adquisición de equipos en menores condiciones y a su vez más baratos para ser reacondicionados y ponerlos en marcha.

### 1.3 Objetivos

#### 1.3.1 Objetivo General

Diseñar el proceso de remanufactura para una rectificadora tangencial.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Establecer la secuencia de desmontaje de la rectificadora tangencial.
- Examinar los componentes que requieran reacondicionamiento.
- Identificar los procesos de reacondicionamiento de los componentes.
- Modelar en 3D todos los elementos
- Estimar el costo de remanufactura versus la compra de una máquina nueva.

## **1.4 Marco teórico**

### **1.4.1 Procesos abrasivos**

Los requisitos de acabado superficial y exactitud dimensional son parte fundamental para el acabado de una pieza, el material es demasiado duro o frágil para que se considere terminado mediante un proceso de mecanización básico. Para cierto tipo de componentes mecánicos suelen requerir exactitud dimensional y buen acabado superficial, por ejemplo: válvulas, pistones, engranajes, etc. Además de herramientas de corte y equipo instrumental. Uno de los métodos para producción de este tipo de partes es el maquinado abrasivo. (Groover, 2007)

Un abrasivo es una partícula pequeña, dura y no metálica de forma irregular y con aristas agudas. Los abrasivos son capaces de remover pequeñas cantidades de material en una superficie, esto se logra mediante un proceso de corte que arroja virutas diminutas. (TFM05.- Procesos de rectificado., s. f.)

### **1.4.2 Rectificado**

El rectificado se utiliza tradicionalmente para hacer el acabado de piezas cuya geometría ha sido dada usando otras operaciones, debido a esto se han diseñado máquinas que sirven para rectificar superficies planas, cilindros (interiores y exteriores) y formas de contorno. (Groover, 2007)

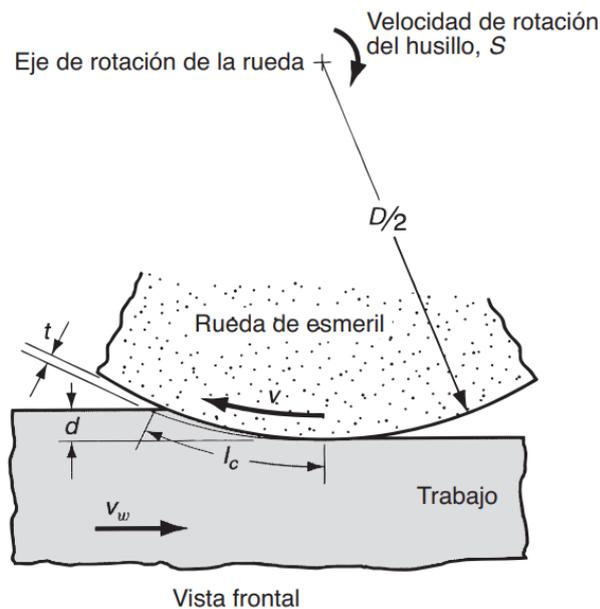


Figura 1.1 Geometría de la superficie durante el esmerilado. [Groover, 2007]

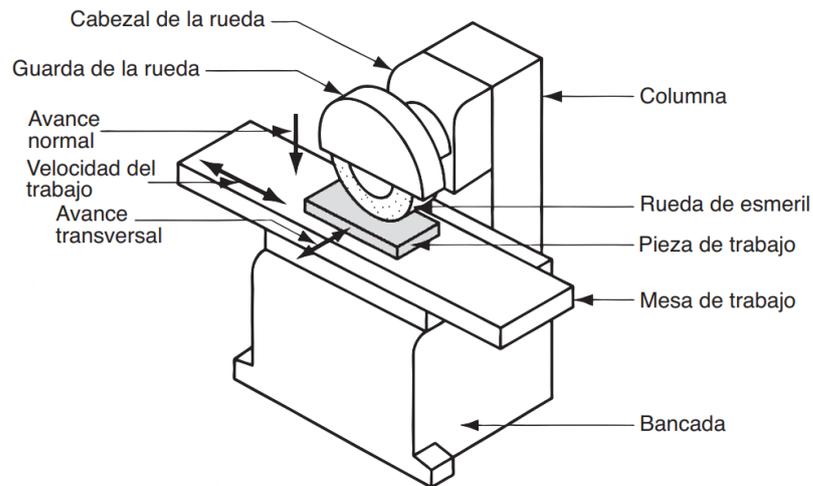
### Tipos de rectificadora

- **Rectificadoras Frontales:** La muela se encuentra ubicada en el eje horizontal que se desplaza de forma lineal sobre la pieza, es utilizada para remover rápidamente el material, pero con menor precisión.
- **Rectificadoras Cilíndricas:** Las rectificadoras cilíndricas permiten realizar operaciones de superficie externas o internas, en el caso de realizar rectificadas internas el diámetro de la muela debe ser menor al diámetro de la pieza a rectificar, existen también en este gran grupo las rectificadoras sin centros que permiten mediante dos muelas que giran en sentidos opuestos rectificar casquillos o pasadores.
- **Rectificadoras Universales:** Las rectificadoras universales son utilizadas para trabajos más sofisticados como árboles de levas, pistones, cigüeñales, etc.
- **Rectificadoras con sistema de control CNC:** La tecnología CNC permite realizar trabajos con mayor precisión en el acabado, disminuyen tiempo de fabricación y operaciones manuales, además, están enfocadas en la producción en masa.

- **Rectificadoras Tangenciales:** La muela se encuentra ubicada en el eje vertical, su trayectoria es circular y pendular, ofrecen mayor precisión.

### Partes y piezas de la rectificadora tangencial

- Base o bancada
- Mesa de trabajo
- Columna
- Rueda de esmeril
- Husillo
- Pieza de trabajo
- Cabecal de la rueda
- Mesa de avance normal
- Mesa de avance transversal



**Figura 1.2 Componentes principales de una rectificadora tangencial. [Groover, 2007]**

### 1.4.3 Procesos de remanufactura

La remanufactura trata de reprocesar artefactos que han terminado su vida útil con la finalidad de convertirlos en artículos funcionales y con valor comercial. En resumen, se puede considerar a la remanufactura como la manufactura que utiliza

elementos que pudieron ser considerados como desechos, y que son integrados a un segundo ciclo de productividad, conservando sus características principales como geometría, composición, tolerancias, etc. Adicionando el ahorro de energía.

De acuerdo con el Instituto de Remanufactura de EEUU, se considera que un producto fue remanufacturado si:

- Los componentes con los que ha sido ensamblado provienen de un producto usado.
- El artefacto es desmantelado con el fin de determinar en qué condiciones se encuentran sus componentes.
- Los componentes son limpiados y liberados de grasas, óxidos y corrosión.
- Las piezas y partes rotas o desgastadas son adecuadamente restauradas, reparadas o de ser necesario reemplazadas.
- Se realiza cualquier tipo de procedimiento para que sus componentes cumplan con su función.
- El artefacto es reensamblado y se hace la debida inspección para certificar que el producto funcione correctamente.

La inspección del producto es el primer paso. En esta fase se identifica y/o descarta los productos que no se encuentren en buen estado, con el fin de evitar la realización de otros procedimientos que generen costos innecesarios, por ejemplo, se inspecciona inicialmente un producto para evaluar si puede ser remanufacturado. Después, según la suciedad del producto, se realiza una pre-limpieza rápida, para agilizar el proceso de desmontaje y examinar las zonas que no eran visibles antes de la limpieza. En el caso antes expuesto, la pre-limpieza se considera como la primera fase de la remanufactura. (Du & Li, 2014)

La próxima fase implica desmontar el producto, para separar los componentes que pueden ser remanufacturados de los que ya no tienen vida útil.

En la próxima fase se limpian de nuevo los componentes, con el objetivo de dejar limpios los productos remanufacturados para que puedan ser ensamblados con los nuevos, después, se procede a examinar el buen funcionamiento del producto remanufacturado, para finalizar con una última limpieza, seguida del empaquetamiento y pintura (en caso de ser necesario).

En cada fase de la remanufactura se utilizan varios tipos de tecnologías, y su empleo depende de cada producto y de su calidad.

- **Reutilización:** La reutilización cuenta con una base tecnológica sencilla, puesto que no implica procesos industriales complejos ni tampoco costosos. En primer lugar, es necesario asegurar que el producto funciona correctamente, no se considera ninguna modificación o mejora adicional. Presenta una estrategia ecoeficiente para la reducción de residuos de la industria, en algunos casos es hasta más beneficiosa que el reciclaje, razón por la cual debería ser priorizada siempre y cuando las especificaciones de los productos lo hagan posible y no comprometa otros aspectos (seguridad y fiabilidad). Por eso es siempre importante la diagnosis previa del producto (*Resumen 1ª Sesión del Ciclo de Economía Circular, s. f.*).
- **Renovación:** Esta estrategia supone no solo la reutilización del producto, sino también su mejora estética con el objetivo de que tenga una apariencia de nuevo, algo que incrementará su valor en el mercado. La renovación parte desde el diagnóstico y reparación en caso de que presente algún problema, no se descarta alguna mejora funcional menor, aunque su destino no sea venderlo como una pieza nueva (*La remanufactura, circuito básico para la economía circular en el sector de la automoción, s. f.*).
- **Reacondicionamiento:** Después de la reutilización directa del producto, también hay otras vías para recuperarlo, esta vez se debe intervenir en el mismo lo que va a incrementar su valor en el mercado. El reacondicionamiento va más allá de la renovación del producto, incluye también una inspección a profundidad en donde se asegure su correcto funcionamiento, incluso proponiendo una garantía del producto entero, pero sin el estatus de un producto nuevo. Su destino es ser utilizado de segunda mano(¿Qué es la Economía Circular?, s. f.).

La remanufactura es una de las estrategias de recuperación de producto más avanzada, cubre no solamente los aspectos de renovación y reacondicionamiento en forma conjunta, sino que también busca la modernización y otras nuevas funcionalidades del producto. Estas nuevas funcionalidades pueden partir desde

mejoras en el diseño original hasta valor agregado en su función que se aplican con la añadidura de nuevos componentes.

El resultado será un producto con iguales o mejores funcionalidades que el original, las mismas garantías que un nuevo producto con la finalidad de introducirlo a mercados de primera mano.

#### 1.4.4 Ciclos técnicos de la economía circular (remanufactura)

- **Recogida:** Es el primer paso de los ciclos técnicos donde se recibe el equipo para comenzar su proceso de remanufactura.
- **Desmontaje:** Este paso consiste en desarmar totalmente todas las partes y piezas del equipo o máquina.
- **Separación:** Se recomienda realizar la separación de las piezas marcando cada pieza, ya que, si éstas no presentan daño se deben armar tal cual se encontraban.
- **Limpieza:** Se realiza la limpieza total del equipo o máquina, este procedimiento se desarrolla para el diseño correcto de las piezas o partes deterioradas y también para renovar la lubricación de equipos.
- **Inspección:** El paso principal del proceso donde se inspecciona cada pieza o parte y se determina si esta necesita o no un proceso de remanufactura, evaluando su estado.
- **Restauración:** Una vez inspeccionada cada pieza que necesita recibir el proceso de remanufactura, se procede a realizar el rediseño de estas y la selección de procesos que permitirán devolver el funcionamiento.
- **Reensamblaje:** El paso final es volver a ensamblar el equipo siguiendo las instrucciones marcadas en el desmontaje. («¿Qué es la Economía Circular?», s. f.)



**Figura 1.3 Ciclos de la economía circular guiada a la remanufactura. [principios-remanufactura, s. f.]**

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 Selección de alternativas

En esta sección se describe la selección y análisis de las alternativas de solución para la propuesta planteada, así como los procedimientos requeridos para su realización.

#### 2.1.1 Consideraciones

- **Tecnología**

Se analiza la factibilidad de la manufactura desde el punto de vista tecnológico, con el propósito de incluir programas de simulación y modelado usados en la actualidad. Además, también incluye la tecnología de limpieza, desmontaje, inspección y reacondicionamiento.

- **Sostenibilidad**

Si bien es cierto que el desarrollo tecnológico permite ser un factor clave para incrementar la calidad de vida de la población, es una realidad que la mayoría de los problemas ambientales en la actualidad están asociados con la aplicación de tecnologías no sostenibles. El desarrollo de la sostenibilidad en procesos mecánicos debería ser un considerado primordial, se propone plantear tipos de tecnologías que favorezcan el ahorro de recursos en el ámbito industrial: reciclar, reusar, reacondicionar, remanufacturar.

- **Costos**

Tanto el análisis financiero y el análisis económico son factores clave en la toma de decisiones para llevar a cabo un proyecto. El principal criterio es la "eficiencia": maximizar los resultados con una minimización de costos del mercado. Estos resultados deben llegar a la funcionalidad del producto de acuerdo con las condiciones del proyecto, considerando optimizar el costo que represente su realización.

- **Viabilidad**

Este aspecto viene de la mano de la tecnología de ejecución y el análisis de costos, se debe garantizar el triunfo de la iniciativa considerando los siguientes aspectos: viabilidad estratégica, comercial, técnica, financiera, administrativa, legal y ambiental.

- **Tiempo de trabajo**

La gestión de tiempo del proyecto debe ser analizado en detalle, si bien es cierto que tiene un cronograma establecido para las actividades a realizar también es importante cuestionarse si se cuenta con disponibilidad de todos los recursos necesarios, estos pueden ser: horarios favorables para uso del lugar de trabajo, herramientas y equipo de instrumentación.

## 2.1.2 Alternativas de solución:

### **Opción A: Diseño completo de una rectificadora tangencial**

Realizar desde cero un diseño y posterior ensamblaje de una máquina herramienta supone un proceso completo para cumplir su objetivo final, a continuación, se presentan algunas ventajas y desventajas:

- **Ventajas**

- Dimensionamiento adecuado según la necesidad
- Visualización del proyecto antes de su fabricación
- Estandarización de piezas
- Menos costo de mantenimiento
- Fabricación local de partes y piezas en caso de reparaciones
- Capacidad y eficiencia sustentada

- **Desventajas**

- Limitación de materiales en el país
- Tiempo de mecanizado y ensamblado
- Producto acabado en pocas cantidades, lo que eleva su costo
- Alta competencia debido a importación de este tipo de máquinas

### **Opción B: Reparación de la máquina**

Al realizar un análisis completo de la rectificadora y haciendo el despiece correspondiente, se identifican piezas que se encuentran en mal estado. Esta alternativa propone comprar las partes y piezas que ya no cumplan con su función, esto puede ser en el mercado local o al fabricante.

- **Ventajas**

- Aumenta su valor comercial
- Repuestos nuevos
- Horas de trabajo menores para ensamblaje

- **Desventajas**

- Limitaciones al encontrar al fabricante por ser una máquina antigua
- Tiempo de fabricación de planos
- Costos elevados, incluyendo trámites de importación
- No se tiene manuales para instalación

### **Opción C: Remanufactura de la rectificadora**

Esta alternativa propone realizar un análisis a profundidad de cada parte y pieza de la rectificadora, hacer una limpieza e identificar las piezas que pueden ser reutilizadas, reacondicionarlas según lo adecuado y ponerlas a funcionar. Además, las piezas que se encuentren en un estado tal que no puedan ser reusadas, se propone rediseñarlas y enviarlas a mecanizar en un taller local. Esto con la finalidad de darle valor a la máquina y ponerla en funcionamiento.

- **Ventajas**

- Costos de manufactura reducidos
- Mejoras en el diseño de piezas
- Análisis de funcionalidad
- Apoyo a sostenibilidad
- Aplicación de economía circular

- **Desventajas**
  - Tiempo limitado
  - Falta de planos y manuales

### 2.1.3 Matriz de decisión

Para elegir la mejor opción entre las 3 diferentes alternativas, se utilizó la herramienta matriz de decisión, se asignaron ponderaciones a los criterios de acuerdo con su nivel de importancia.

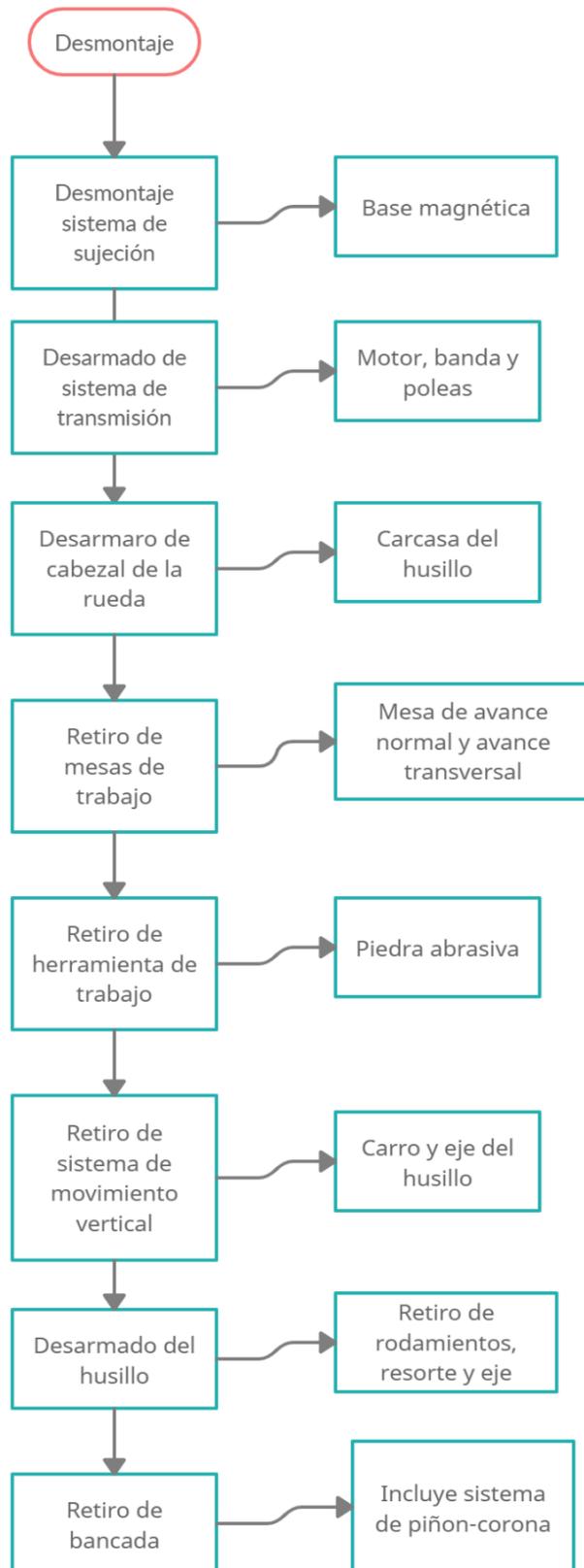
**Tabla 2.1 Matriz de decisión [Elaboración Propia]**

Criterios	Peso	Puntuación		
		Opción A	Opción B	Opción C
<b>Tecnología</b>	0,1	7	5	8
<b>Sostenibilidad</b>	0,3	8	6	9
<b>Costos</b>	0,2	3	6	8
<b>Viabilidad</b>	0,2	5	4	7
<b>Tiempo</b>	0,2	4	8	6
<b>Total</b>	1	5,5	5,9	7,7

## 2.2 Desmontaje del equipo

El desmontaje es la primera fase del proceso de remanufactura, consiste en desarmar el artefacto pieza por pieza para que pueda ser lavada y posteriormente inspeccionada en caso de que se deba rediseñar. Durante el desmontaje se procura que ninguna pieza sea dañada, aunque en algunos casos es necesario romper elementos de unión que permitan identificar sistemas internos a un componente.

Se establece una secuencia de desmontaje para la máquina y se lo presenta a continuación en el siguiente diagrama:



**Figura 2.1 Diagrama de desmontaje de la rectificadora. [Elaboración Propia]**

### 2.2.1 Limpieza de componentes

La limpieza es una de las fases más importantes en el proceso de remanufactura. Esta fase puede determinar la calidad del producto final, puesto que las fases posteriores dependen del resultado de la limpieza, un objeto que se encuentra sucio no se puede inspeccionar, ensamblar o pintar adecuadamente. La selección de los métodos de limpieza debe estar de acuerdo con el grado de suciedad en el que se encuentre el producto.

En este caso, la rectificadora estuvo sin funcionar por varios años provocando que se acumule suciedad y polvo en las piezas externas como la mesa de trabajo, la mesa de sujeción, la bancada, el motor, etc. Además de las piezas internas de los componentes, los ejes y engranajes también deben ser minuciosamente limpiados, esto puesto que, las piezas internas suelen ser muy pequeñas y los dientes de los engranajes también.

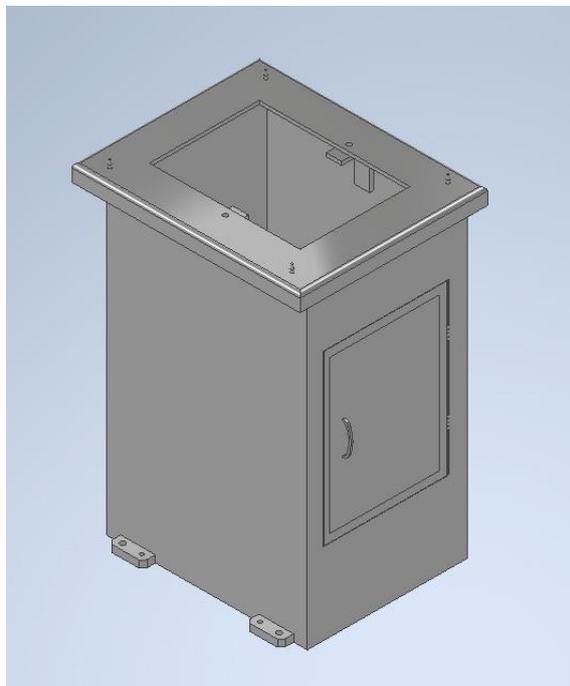


**Figura 2.2 Limpieza de componentes de la rectificadora. [Elaboración Propia]**

## 2.2.2 Identificación de partes y piezas

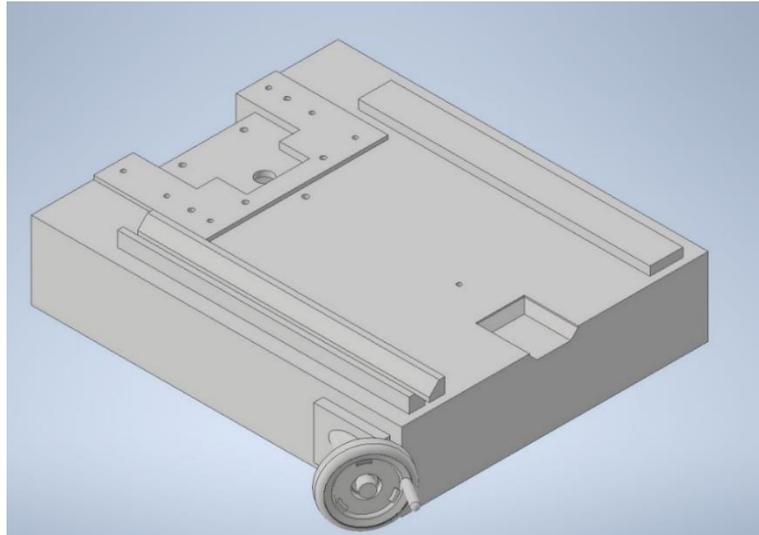
Se han identificado 5 componentes principales de la máquina, cada uno de estos componentes está conformado por diferentes partes y piezas que tendrán que ser evaluadas para decidir posteriormente el proceso por el que atravesarán.

- **Bancada:** Este es el sistema estructural fijo, sobre esta se encuentra apoyada toda la máquina-herramienta como tal, una de sus funciones principales es el brindar estabilidad a todo el sistema, puesto que al trabajar sobre una pieza se producen vibraciones que pueden llegar a provocar poca precisión del acabado final, gracias a la estructura de la bancada esto se evita.



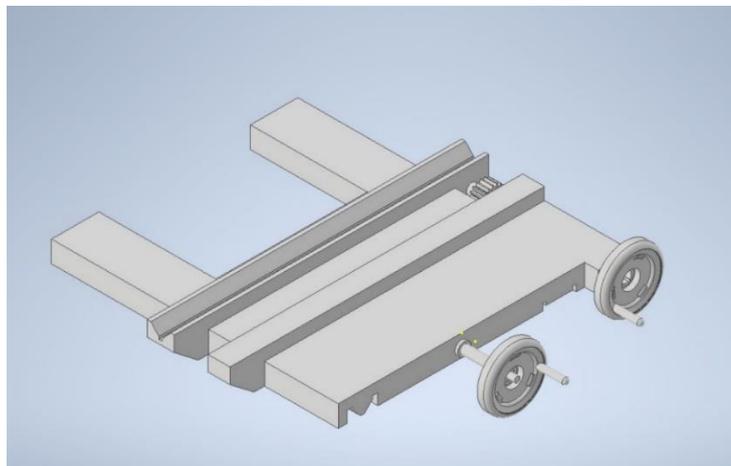
**Figura 2.3 Bancada de la rectificadora. [Elaboración Propia]**

- **Mesa de trabajo:** Va colocada sobre la bancada, esta mesa cuenta con 2 partes que funcionan como guías, cada una con rieles que coinciden y permiten el movimiento en  $x$ , o paralelo a la superficie de sujeción. Además, se acopla el eje  $z$  que es el eje que posee la potencia de corte y en donde va montada la muela abrasiva. La superficie rectificable es de 300 mm de largo por 170 mm de ancho. El movimiento se controla por una manivela con anillo graduable de 0.02 mm de resolución.



**Figura 2.4 Mesa de trabajo [Elaboración Propia]**

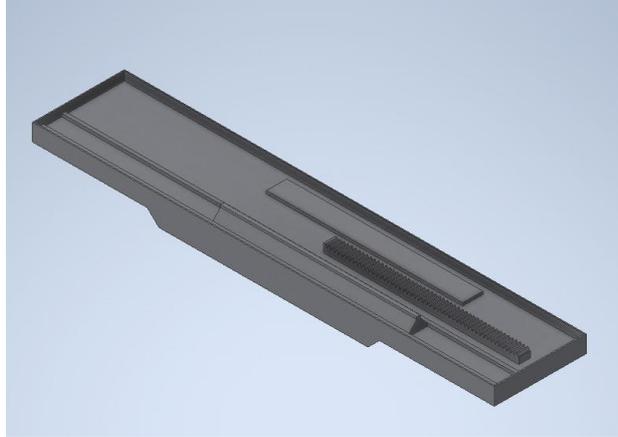
- **Mesa de avance transversal:** Este componente permite el movimiento de la mesa de trabajo de forma transversal, es decir en el eje Y. Permite la proximidad hacia adelante y hacia atrás de la pieza a mecanizar mediante la manivela graduada, cada graduación permite un avance de 0.01 mm.



**Figura 2.5 Mesa de avance transversal. [Elaboración Propia]**

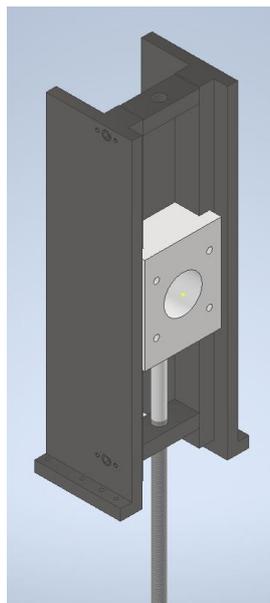
- **Mesa de avance horizontal:** Esta mesa facilita el movimiento horizontal de la pieza de trabajo, puesto que la base magnética va acoplada a esta mesa, siendo esta base el sistema de sujeción en donde será inmovilizada la pieza

de trabajo para su mecanizado. El movimiento de esta mesa es libre, es decir que no tiene graduación que limite su aproximamiento.



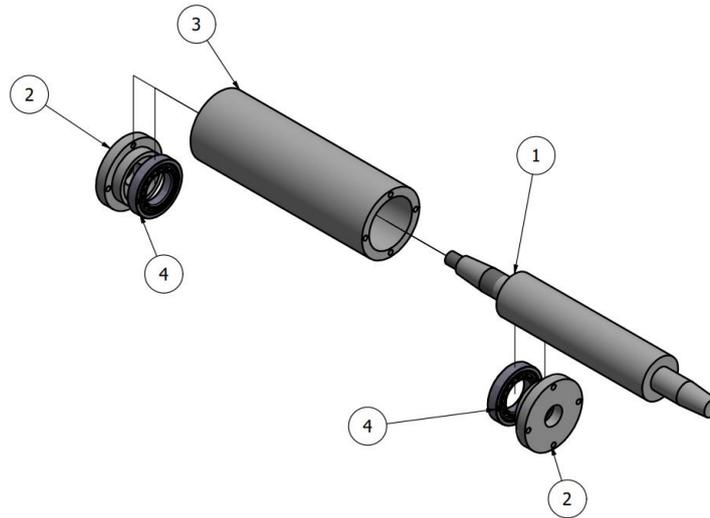
**Figura 2.6 Mesa de avance horizontal. [Elaboración Propia]**

- **Columna:** Este componente permite el movimiento en el eje vertical proporcionando el movimiento de proximidad de la rueda abrasiva a la pieza. Además, contiene el eje del husillo y su posición máxima con respecto a la mesa de trabajo es de 300 mm. Su movimiento se realiza mediante una manivela con anillo graduable de 0.01mm de resolución.



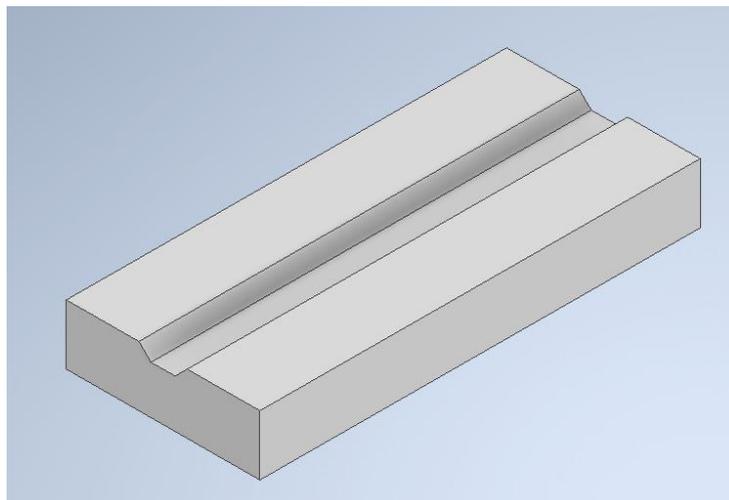
**Figura 2.7 Columna montante, contiene el eje del husillo. [Elaboración Propia]**

- **Husillo:** Este es un eje que permite el movimiento giratorio de la muela o piedra abrasiva, contiene 2 rodamientos de tipo axial y un resorte en la parte interna. La muela tiene una velocidad angular de 3600 rpm, un diámetro exterior de 177 mm, diámetro interior de 31.8 mm y de ancho 12.7 mm.



**Figura 2.8 Eje del husillo. [Elaboración Propia]**

- **Base de sujeción:** Este sistema de sujeción es de tipo magnético, se activa mediante una palanca de accionamiento, sus dimensiones son de 300 x 150 mm.



**Figura 2.9 Sistema de sujeción, base magnética. [Elaboración Propia]**

- **Motor:** La máquina cuenta con un motor trifásico, encargado de proporcionar la potencia necesaria para que la máquina cumpla su función. La potencia que entrega el motor es de 1HP, la cual es transmitida mediante una banda conectada por poleas.



**Figura 2.10 Motor trifásico de 1HP. [Elaboración Propia]**

### 2.2.3 Evaluación de componentes

En esta fase se hace una valoración de cada componente para determinar si es necesaria su remanufactura, se requiere el componente nuevo o su reacondicionamiento. En el Apéndice A, adjunto en este documento se encuentra la ficha de evaluación de cada componente.

- **Pernos:** Son los principales componentes de sujeción entre piezas, a continuación, se presenta una tabla en donde se detallan las medidas de los pernos con las cantidades respectivas necesarias para la restauración de la máquina.

**Tabla 2.2 Medidas de Pernos en [Elaboración Propia]**

TIPO	MEDIDA	CANTIDAD
ALLEN	3/16" x 3/4"	8
	1/4" x 3/4"	8
	1/4" x 1"	8
	1/4" x 1 1/2"	4
	5/16" x 1"	8
	5/16" x 1 1/2"	4
	3/8" x 1"	8

	6M x 20mm	4
	6M x 30mm	4
<b>HEXAGONAL</b>	3/8" x 1"	8
	3/8" x 1 ¼"	4
	8Mx25mm	4

- Aditivos (grasas y lubricantes): La caja de engranes que permite el movimiento en el eje vertical necesita lubricación por varios motivos, entre los principales se encuentran: dar lubricación para evitar la fricción, extraer el calor que se genere durante el trabajo, sirve como protección contra la corrosión y evita el desgaste entre los dientes de los engranes.

Se necesita rediseñar el componente cuando ya no cumple con su función y cuando se puede mejorar su desempeño, las piezas identificadas para su rediseño son:

- Tornillo sin fin:
- Polea

### 2.3 Modelado 3D

Debido a la falta de información de la rectificadora, se hizo la metrología de todos y cada uno de los componentes luego de su respectivo despiece. El equipo instrumental que se utilizó fue:

- Flexómetro
- Calibrador Vernier
- Micrómetro

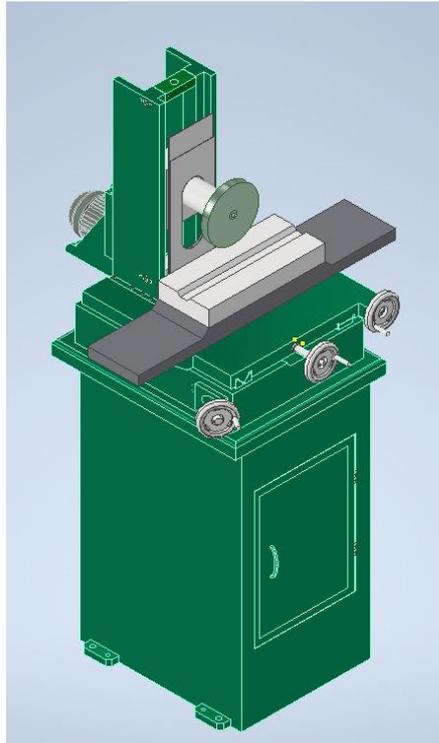


Figura 2.11 Modelo 3D de la máquina rectificadora. [Elaboración Propia]

## 2.4 Mecanización de partes y piezas

Luego de la identificación de los componentes que deben ser reemplazados, gracias a los criterios mencionados al inicio de este capítulo, se pudo identificar que el tornillo sin fin que tiene como función permitir el movimiento horizontal, se encontraba con una desviación que se presume fue provocada por el mal uso. Esta desviación no permitía el giro correcto del tornillo a su vez no transmitía el movimiento requerido.

### 2.4.1 Análisis estático del tornillo sin fin

Para conocer porque el tornillo sin fin falló se debe considerar el caso más crítico, este sucede cuando siente todas las fuerzas del sistema en él.

$$F_T = Wt + Fc + Wh + Wm \quad (2.1)$$

Donde:

$F_T$ : Fuerza total

$Wt$ : Peso total de los equipos

$F_c$ : Fuerza de Corte

$W_h$ : Peso del husillo

$W_m$ : Peso de la base magnética

### **FUERZA DE CORTE ( $F_c$ )**

Para el cálculo de la fuerza de corte se emplea las características de potencia y funcionamiento del equipo:

Potencia del Motor: 1 Hp

RPM del motor: 3600 rpm

Diámetro de la Muela: 177 mm

n: Velocidad del motor en RPM

$$V_c = \frac{\pi * D * n}{60000} \quad (2.2)$$

$$V_c = \frac{\pi * 177 * 3600}{60000}$$

$$V_c = \frac{\pi * 177 * 3600}{60000}$$

$$V_c = 33.36 \left[ \frac{m}{s} \right]$$

$$P = \frac{F_c * 33.36}{75 * 0.8}$$

$$F_c = \frac{75 * 0.8}{33.36}$$

$$F_c = 1.798 \text{ kgf}$$

### **PESO DE LAS MESAS DE TRABAJO**

Mesa de Trabajo Transversal: 29.523 kg

Mesa de trabajo Horizontal: 24.740 kg

$$W_t = (24.740 + 29.523) * 9.81 = 532.32 \text{ N}$$

$$F_T = 532.32 + 17.63 + 20 + 60$$

$$F_T = 629.95 \text{ N}$$

### **CÁLCULO DEL ESFUERZO EN EL TORNILLO SIN FIN**

Para el análisis se utilizó acero AISI 1045 con esfuerzo permisible de 6.894 N/mm<sup>2</sup>, debido a que se trata de una maquina artesanal, aunque lo recomendado sería usar AISI 4340 con esfuerzo permisible de 431.9 N/mm<sup>2</sup>.

Para calcular el área transversal del tornillo de potencia se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\frac{\sigma}{n} = \frac{F_t}{A} \quad (2.3)$$

Debido a que es una maquina utilizada por humanos se recomienda un factor de seguridad mayor a 3, por esta razón se escoge n=3.5. Para obtener el diámetro del tornillo se calcula el área transversal bajo la siguiente ecuación:

$$A = \frac{F_t * n}{\sigma} \quad (2.4)$$

$$A = \frac{629.95 * 3.5}{6.894}$$

$$A = 319.81 \text{ mm}^2$$

$$A = \frac{\pi * d^2}{4} \quad (2.5)$$

$$d = \sqrt{\frac{4 * A}{\pi}}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 * 319.81}{\pi}}$$

$$d = 20.17 \text{ mm}$$

El eje es de 15 mm, esto indica que, si el tornillo aguanta el peso de las mesas de trabajo sin ninguna pieza fallaría. Si se analiza el peso máximo que aguantaría con ese diámetro se tendría lo siguiente:

$$A = \frac{\pi * d^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi * 15^2}{4}$$

$$A = 176.71 \text{ mm}^2$$

$$F_t = \frac{A * \sigma}{n} \quad (2.6)$$

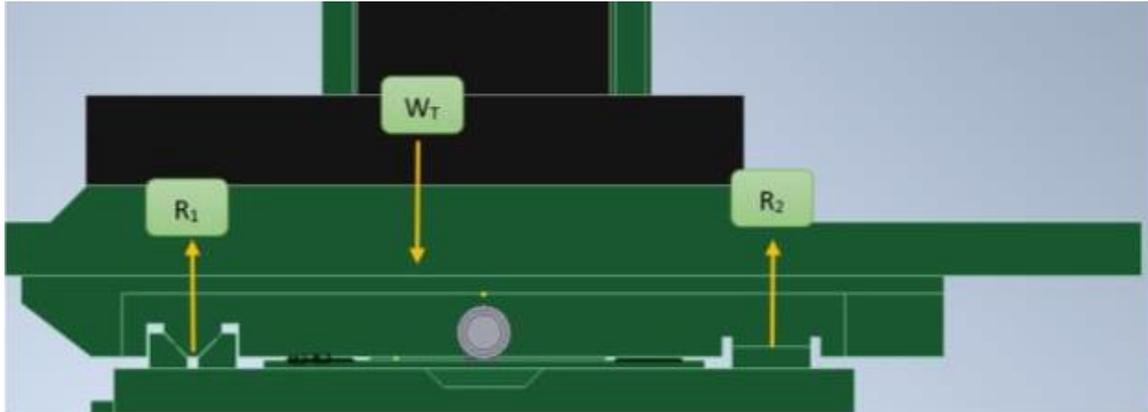
$$F_t = \frac{176.71 * 6.894}{3.5}$$

$$F_t = 348.068 \text{ N} \sim 35.48 \text{ kg}$$

Esto quiere decir que el tornillo no soporta el peso de los elementos de la máquina, si no que este está distribuido en los apoyos que sirven de guía en el movimiento.

Con esto queda demostrado que, el peso influye en el comportamiento correcto del tornillo, por lo que, al aumentar el peso aplicado en el tornillo va a sufrir deformación.

Existe una fuerza que es ejercida por el peso de la base móvil en el eje x, además de la base de sujeción y la pieza a maquinar. Estas generan dos reacciones en los apoyos, que son los encargados de resistir la fuerza debido al peso de los elementos encima, como se demuestra en la siguiente imagen:



**Figura 2.12 Diagrama de cuerpo libre de la mesa de trabajo de la rectificadora.**  
[Elaboración Propia]

La fuerza debida al peso ( $W_T$ ) es dividida entre los dos soportes generando reacciones en ambos ( $R_1$  y  $R_2$ ) pero, la carga que influye en el sin fin es una fuerza transmitida por la inercia al movimiento, ya que esta debe ser vencida para generar movimiento realizado por el operador (imprime una fuerza de aproximadamente 40 N). Se observa una ligera desviación en el tornillo sin fin, esto se presume a que el valor de peso que soportaba aumento más de lo normal y por consiguiente la fuerza aplicada en los dientes del tornillo, adicionalmente, el valor de la fricción en los dientes creció debido a la falta de lubricación.

#### 2.4.2 Cálculo de vida útil de los rodamientos

El eje del husillo cuenta con 2 rodamientos modelo 6205-2RSH colocados en los extremos del eje, para analizar la vida útil de los rodamientos se precisa plantear conceptos tales como la norma ISO 281, respecto a la duración de la vida nominal de los rodamientos en millones de revoluciones, se puede calcular con la siguiente ecuación:

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^p \quad (2.7)$$

En el caso de la aplicación del rodamiento, la velocidad es constante entonces es preferible obtener la vida útil expresada en horas de funcionamiento del rodamiento con la ecuación:

$$L_{10h} = \frac{10^6}{60n} L_{10} \quad (2.8)$$

En donde:

$L_{10h}$  representa la vida nominal básica en horas

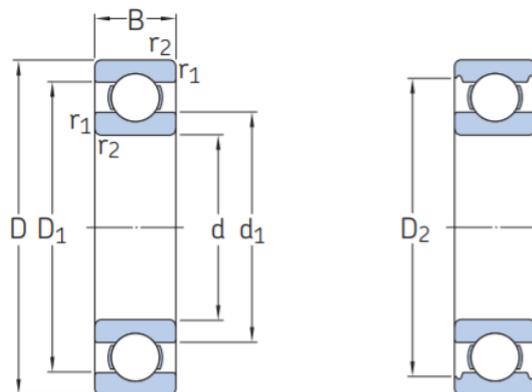
$C$  es la capacidad carga dinámica básica, se obtiene por especificaciones del rodamiento del catálogo SKF [kN].

$P$  es la carga dinámica equivalente del rodamiento en [kN].

$p$  es el exponente de la ecuación, en casos de rodamientos de bola este exponente es igual a 3.

$n$  es la velocidad de giro del rodamiento en [rpm]

Especificaciones del rodamiento:



**Figura 2.13 Especificaciones dimensionales de rodamiento. [Elaboración Propia]**

**Tabla 2.3 Dimensiones del rodamiento [Elaboración Propia]**

d(mm)	D(mm)	B(mm)	C(kN)	P(kN)	$\omega_{max}$ (rpm)	m(kg)
25	37	15	11.4	1.27	8500	0.13

Para la aplicación de la máquina, la velocidad a la que gira el rodamiento es de 3600rpm. Aplicando la ecuación 2.7 para obtener el tiempo de vida en millones de revoluciones se tuvo que:

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^p$$

$$L_{10} = \left(\frac{11.4kN}{0.65kN}\right)^3$$

$$L_{10} = 5394.79 \text{ millones de revoluciones}$$

Para obtener este valor en horas de trabajo se utilizó la ecuación 2.8 reemplazando:

$$L_{10h} = \frac{10^6}{60(3600)} (5394.79)$$

$$L_{10h} = 24975 \text{ horas}$$

Este valor obtenido se encuentra dentro del rango de horas de trabajo de los rodamientos de bola para máquinas que trabajan 8 horas al día (20000 y 30000 horas de trabajo, de acuerdo con el catálogo de rodamientos de SKF). Por lo tanto, se verifica que el rodamiento empleado en la máquina es el adecuado.

# CAPÍTULO 3

## 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 3.1 Planos del equipo, componentes y manual de desmontaje

En el APÉNDICE A se encuentran los modelos en 3D y los planos de cada componente de la máquina con sus respectivas medidas. En el APÉNDICE B se detalla el paso a paso el desmontaje de los principales elementos del equipo.

### 3.2 Tiempo de vida útil de rodamientos

Para obtener el tiempo de vida útil de los rodamientos modelo 6205-RSH se tomó como guía el catálogo de rodamientos de SKF. Las fórmulas se utilizaron de acuerdo con las condiciones de trabajo del rodamiento, es decir que la velocidad a la que se mueven es constante. Gracias a este procedimiento se pudo obtener que, el tiempo de vida en millones de revoluciones es de 5394,79 y este valor resultó en 24974 horas de trabajo, valor que se encuentra dentro del rango de vida útil de rodamientos ya que este rango es entre 20 mil y 30 mil horas de trabajo.

Asumiendo que, se trabajan 8 horas diarias de corrido, los rodamientos deberían cambiarse después de aproximadamente 9 años. Sin embargo, la máquina rectificadora no es sometida a este ritmo de trabajo y el tiempo de reemplazar los rodamientos es mayor. Esta es una de las razones por las que no se tiene fácil acceso a estos componentes, ya que, no es necesario que se cambien por muchas horas.

### 3.3 Análisis de costos

Para este análisis se realizaron cotizaciones de todos los componentes y materiales que son necesarios para la remanufactura de la máquina rectificadora, estas cotizaciones representan un valor aproximado, aunque se debe considerar que no son costos exactos ya que pueden variar los precios de algunos elementos o de su materia prima, así como, los costos de fabricación de las piezas. Algunos de estos rubros dependen de la mano de obra y esto de la localidad en que se cotice. A este valor, es preciso adicionar el costo por el tiempo de medición y levantamiento de

planos, además de las horas de trabajo desde el desmontaje de la máquina hasta su reensamblaje.

Se comparó el costo total de remanufactura de la máquina herramienta con el precio en el mercado de máquinas nuevas con funciones similares, también con precios de la fábrica del equipo que se localiza en Argentina. Esto tuvo la finalidad de establecer cuál es la rentabilidad de la remanufactura de este tipo de equipos localmente.

El valor calculado es siempre particular, es decir que para cada máquina que se decida remanufacturar va a variar su costo en todos los aspectos, puesto que, no en todos los casos se van a identificar los mismos problemas ni plantear las mismas soluciones

### 3.3.1 Costo de componentes

En las Tablas 3.1 y 3.2 se encuentran detallados los materiales y elementos que son necesarios para la reconstrucción de la máquina rectificadora, además, la cantidad de cada componente con su respectivo precio.

**Tabla 3.1 Costo de materiales e insumos para reparación de la máquina.**

[Elaboración Propia]

COMPONENTES PARA CAMBIAR		
Cantidad	Descripción	Precio
	Rodamientos rígidos de bola KOYO, modelo 6205	\$7.07
1	Tornillo sinfin fabricado de acero AISI 4340 (705)	\$90
1	Polea dentada de $\phi_{in} = 12 \text{ mm}$ $\phi_{out} = 40 \text{ mm}$	\$50
1	Polea dentada de $\phi_{in} = 18 \text{ mm}$ $\phi_{out} = 40 \text{ mm}$	\$50
1	Banda dentada marca Jackson, modelo RB J610	\$52.08
<b>TOTAL</b>		<b>\$256.22</b>

**Tabla 3.2 Costos de elementos de uniones e insumos varios. [Elaboración Propia]**

ELEMENTOS DE UNIONES E INSUMOS VARIOS		
Cantidad	Descripción	Precio
8	Perno Allen 3/16" x 3/4"	\$0,40
8	Perno Allen 1/4" x 3/4"	\$0,72
8	Perno Allen 1/4" x 1"	\$0,80
4	Perno Allen 1/4" x 1 1/2"	\$0,52
8	Perno Allen 5/16" x 1"	\$1,20

4	Perno Allen 5/16" x 1 1/2"	\$0,84
8	Perno Allen 3/8" x 1"	\$1,84
4	Perno Allen M6x20mm	\$0,32
4	Perno Allen M6x30mm	\$0,40
8	Perno Hexagonal 3/8" x 1"	\$1.28
4	Perno Hexagonal 3/8" x 1 1/4"	\$0,75
4	Perno Hexagonal M8x25mm	\$0,95
4	Anillos 3/8 planos	\$0,20
1	Insumos varios	\$100
<b>TOTAL</b>		<b>\$110.37</b>

En la Tabla 3.3 se especifican los costos de mano de obra seccionados por actividades: desmontaje, limpieza, metrología, dibujo y reensamblaje. Considerando una tarifa de \$25 la hora de trabajo por cada persona, de acuerdo con lo antes mencionado.

**Tabla 3.3 Estimación de costos de mano de obra [Elaboración Propia]**

<b>COSTO DE MANO DE OBRA POR HORA (\$25 c/hora)</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>NÚMERO DE HORAS</b>	<b>TOTAL</b>
Desmontaje	10	\$250
Limpieza	6	\$150
Metrología	10	\$250
Dibujo	10	\$250
Reensamblaje	15	\$375
<b>TOTAL</b>	<b>51</b>	<b>\$1.275</b>

En la Tabla 3.4 se encuentran los rubros que representan la remanufactura de la rectificadora, incluyendo mano de obra, materiales e insumos necesarios para llevar a cabo su reacondicionamiento.

**Tabla 3.4 Costo total de restauración de la rectificadora. [Elaboración Propia]**

<b>RUBROS TOTALES</b>	
COMPONENTES PARA CAMBIAR	\$256.22
ELEMENTOS DE UNIONES E INSUMOS VARIOS	\$110.37
COSTO DE MANO DE OBRA	\$1.275
<b>TOTAL</b>	<b>\$1641.59</b>

El precio de los materiales y componentes para la máquina rectificadora sumado a la mano de obra para su restauración y reensamblaje arrojan un valor total de **\$1641.59**.

### 3.4 Rentabilidad del proyecto

Para definir la rentabilidad del proyecto, se necesita hacer un análisis de costos comparativo entre la rectificadora tangencial remanufacturada con una nueva. Para la rectificadora nueva tenemos dos opciones: importación y compra local.

#### 3.4.1 Importación de la rectificadora

De acuerdo con la investigación realizada con anterioridad, se identificó que la máquina es denominada Rectificadora Tangencial modelo HHF 300. La fábrica de esta rectificadora se encuentra en Buenos Aires – Argentina, el costo de la máquina en fábrica es de \$345.000,00+IVA en pesos argentinos, lo que en dólares representa un valor de \$4011.60. A este precio en dólares se debe agregar los costos de importación con Incoterm EXW, los rubros son presentados en la Tabla 3-5, con un factor de 1.8 que multiplica al costo de la máquina.

**Tabla 3.5 Valores de importación [Elaboración Propia]**

<b>GASTOS TOTALES DE IMPORTACION</b>	<b>Factor</b>
Impuestos	1.8
Seguro	
Flete Proveedor	
Flete Embarcador - GYE	
Guía	
Flete Courier	
Nacionalización de Aduanas	
Liquidación de Aduanas	
Transporte desde Puerto a Lab	
Servicio de Agente de Aduanas	
Honorarios de Agente de Aduana	
Costo de la mercadería	
<b>TOTAL</b>	<b>\$7.243,20</b>

#### 3.4.2 Compra local de la rectificadora

Esta opción sugiere la compra local de una rectificadora con las mismas o similares características de funcionabilidad. Debido a las limitaciones de equipos que se encuentran en nuestro país se eligió una fresadora horizontal la cual se puede adaptar para que realice procesos de rectificado, esto se logra cambiando

la herramienta de corte por una piedra abrasiva. Se localizó este equipo en la ciudad de Loja, su precio es de \$5950 al cual se le debe adicionar el costo de transporte hasta Guayaquil que es de \$250, arrojando un valor total de \$6200.

### 3.4.3 Comparación de valores

Esta comparación se realizará con 3 diferentes opciones:

- A. La remanufactura de la rectificadora tangencial.
- B. Importación de la rectificadora desde Buenos Aires – Argentina.
- C. Compra local de una rectificadora con características y funciones similares.

**Tabla 3.6 Valores de las 3 opciones. [Elaboración Propia]**

Opciones	Remanufactura de rectificadora	Importación de rectificadora mismo modelo	Compra local de rectificadora con características y funciones similares
Precios	\$1641.59	\$7.243,20	\$6000
Porcentaje respecto a Remanufacturar	NA	22%	27%
Tiempo de entrega	7 días	45 días	7 días

De acuerdo con los valores establecidos en la Tabla 3.6, el costo de remanufactura de la máquina rectificadora representa el 22% de lo que sería importar la misma rectificadora desde la fábrica en Buenos Aires – Argentina. Así como también, representa el 27% de lo que costaría comprar una máquina localmente con características y funciones similares.

# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

Al culminar el análisis de los resultados obtenidos, gracias a los parámetros planteados en el capítulo se plantean las siguientes conclusiones:

- Se cumplió con el objetivo principal de diseñar el proceso de remanufactura para una rectificadora tangencial.
- Se estableció la secuencia de desmontaje de la rectificadora, iniciando por el sistema de transmisión de tal manera que se tuvo la facilidad de llegar a los componentes internos de la máquina.
- Con la limpieza respectiva de cada componente se logró examinar el funcionamiento de estos, teniendo así un diagnóstico de su estado para determinar si cumplen adecuadamente con su función, gracias a esto también, se pudo determinar que los principales elementos a reemplazar fueron el tornillo sin fin que permite el movimiento transversal de la mesa de trabajo, los rodamientos del husillo, la banda de transmisión de potencia y las poleas que complementan la funcionalidad de la banda.
- En el caso del tornillo sin fin, se determinó que sufrió una deformación debido a que el peso de la estructura que podía soportar el tornillo superó el máximo valor calculado según los parámetros de diseño. Esto se pudo comprobar gracias a que el diámetro resultante del diseño del tornillo es mayor al diámetro del que se tiene en la rectificadora. Este análisis se realizó asumiendo el peor escenario de cargas que puede recibir el tornillo. Llegando a la conclusión de que no puede soportar un peso mayor a 35 kg.
- Respecto a los resultados obtenidos del cálculo de vida útil de los rodamientos del eje del husillo, se obtuvo que los rodamientos seleccionados para el diseño si cumplen con el rango de vida que establece el catálogo de rodamientos SKF de acuerdo con las condiciones de trabajo planteadas, tales como: tiempo de trabajo, temperatura, velocidad constante.

- Uno de los procesos más importantes en la remanufactura de un artefacto, es tener a la mano los planos y medidas de la máquina, se logró modelar el 3D de todos y cada uno de los componentes de la rectificadora, esto permitió construir un manual de desmontaje de la rectificadora.
- Se logró estimar los costos que representa la remanufactura de una rectificadora tangencial. El reacondicionamiento de la máquina supone un 22% de lo que tomaría importar la misma máquina desde su fábrica en el exterior, esto adicionándole el factor de tiempo de entrega que incluye cuanto tardaría en que la máquina esté disponible para trabajar. Por otro lado, la remanufactura representa el 27% de lo que costaría la compra local de una rectificadora con similares funciones y características. Pudiéndose concluir que la remanufactura si es una opción viable al momento de decidir sobre el futuro de un equipo que se encuentra deshabilitado.
- Cabe recalcar que, los costos siempre van a variar dependiendo del tipo de equipo que se intervenga, esta es la razón por la cual se debe establecer un análisis exclusivo para cada equipo, contemplando no saltarse ningún paso del proceso de remanufactura.

## **4.2 Recomendaciones**

- Respecto a la funcionalidad de la rectificadora tangencial, se recomienda a futuro para mejorar el diseño de esta, cambiar las manivelas de avance horizontal por cilindros hidráulicos, esto disminuirá el tiempo de producción y por ende, se reducirán los costos de mecanización de alguna pieza.
- Se recomienda cambiar la piedra abrasiva, puesto que la piedra que se encuentra actualmente instalada sirve para un material en específico, no se puede utilizar para mecanizar varios materiales.
- Se recomienda incrementar el tamaño de la tuerca a lo largo del tornillo, esto permitirá crear mayor superficie que permita sostener el tornillo en su recorrido, lo que favorece disminuir la deformación causada por las fuerzas aplicadas en el tornillo.
- Se recomienda una vez ensamblado el equipo con todos los elementos remanufacturados, realizar las respectivas pruebas de funcionamiento, esto con el fin de comprobar su desempeño.

- Se recomienda pintar el equipo para protección de este y como opción para darle un valor agregado.

# BIBLIOGRAFÍA

- Almeida, A. M. (s. f.). *REORGANIZACION OPERATIVA DE PRODUCCION Y COSTOS DE LA EMPRESA REPALCO LTDA.* 122.
- Almeida-Guzmán, M., & Díaz-Guevara, C. (2020). Economía circular, una estrategia para el desarrollo sostenible. *Avances en Ecuador. Estudios de la Gestión: revista internacional de administración*, 8, 34-56.  
<https://doi.org/10.32719/25506641.2020.8.10>
- Antonio, A. T. H., & Antonio, P. A. B. (s. f.). *MODELADO DEL TORNILLO SINFIN Y CRUCETA PARA VÁLVULA DE GUARDA TIPO LENTEJA, UTILIZADA EN LOS SISTEMAS DE BOMBEO HIDRÁULICO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE TECNOLOGÍA CNC.* 2016, 96.
- Appold, H. (1984). *TECNOLOGIA DE LOS METALES PARA PROFESIONES TECNICO MECANICAS.* Reverte.
- ¿Cómo funcionan las Rectificadoras? (s. f.). *De Máquinas y Herramientas.* Recuperado 10 de enero de 2022, de <https://www.demaquinasyherramientas.com/maquinas/rectificadoras-tipos-y-usos>
- Du, Y., & Li, C. (2014). Implementing energy-saving and environmental-benign paradigm: Machine tool remanufacturing by OEMs in China. *Journal of Cleaner Production*, 66, 272-279. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.10.033>
- Du, Y., Zheng, Y., Wu, G., & Tang, Y. (2020). Decision-making method of heavy-duty machine tool remanufacturing based on AHP-entropy weight and extension theory. *Journal of Cleaner Production*, 252, 119607.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119607>
- Feng, C., & Huang, S. (2020). The Analysis of Key Technologies for Sustainable Machine Tools Design. *Applied Sciences*, 10(3), 731. <https://doi.org/10.3390/app10030731>
- García Martínez, G. P. (2016). *Estudio para Implementar Mejoras en los Procesos Productivos en una Industria Metal Mecánica Dedicada a la Elaboración de Tornillos y Elementos de Fijación.* UNIVERSIDAD DEL SALVADOR.
- Groover, M. P. (2007). *Fundamentos de Manufactura Moderna.* McGraw-Hill Interamericana de España S.L.

Guerrero, L. D. C. (s. f.). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA RECTIFICADORA DE CUCHILLAS DE 800 mm DE LONGITUD PARA LA EMPRESA CONFITECA C.A.* 254.

Hoyos, G. A. S. (2015). *CONSTRUCCIÓN DE UN MECANISMO TORNILLO SINFIN - CORONA FABRICADO EN RESINAS EPÓXICAS PARA EVALUAR SU DESEMPEÑO.* UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA.

Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental, Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial y Vivienda, & de Urquijo. (s. f.). *GUÍA DE PRÁCTICA DE TECNOLOGÍAS PARA EL PROCESO DE REMANUFACTURA.*

*La remanufactura, circuito básico para la economía circular en el sector de la automoción.* (s. f.). Recuperado 10 de enero de 2022, de <https://gestoresderesiduos.org/noticias/la-remanufactura-circuito-basico-para-la-economia-circular-en-el-sector-de-la-automocion>

Maldonado Galarza, F. A. (2015). *Diseño de una máquina fresadora CNC para mecanizado de prototipos de barcos en madera.* <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/30055>

*Principios-remanufactura.* (s. f.). Recuperado 10 de enero de 2022, de <https://www.remanufacturing.fr/es/paginas/principios-remanufactura.html>

¿Qué es el mecanizado de aluminio y cuáles son sus funciones principales? (s. f.). *De Máquinas y Herramientas.* Recuperado 10 de enero de 2022, de <https://www.demaquinasyherramientas.com/mecanizado/mecanizado-de-aluminio-tipos>

¿Qué es la Economía Circular? (s. f.). *Foro Latinoamericano de Economía Circular.* Recuperado 10 de enero de 2022, de <https://foroeconomiacircular.com/la-economia-circular/>

*Resumen 1ª Sesión del Ciclo de Economía Circular.* (s. f.). ECODES - Tiempo de actuar. Recuperado 10 de enero de 2022, de <https://ecodes.org/hacemos/produccion-y-consumo-responsable/economia-baja-en-carbono-y-circular/coeplan/resumen-1-sesion-del-ciclo-de-economia-circular>

*TFM05.- Procesos de rectificado.* (s. f.). Recuperado 10 de enero de 2022, de [https://ikastaroak.ulhi.net/edu/es/DFM/TFM/TFM05/es\\_DFM\\_TFM05\\_Contenidos/singlepage\\_index.html](https://ikastaroak.ulhi.net/edu/es/DFM/TFM/TFM05/es_DFM_TFM05_Contenidos/singlepage_index.html)

# APÉNDICES

**APÉNDICE A**  
**FICHA TECNICA DE LA RECTIFICADORA**

<b>Marca</b>	<b>H.H.F (Maquinas – Herramientas MA- HER S.A)</b>
<b>Modelo</b>	Modelo 300 S.A.
<b>Material</b>	Hierro Fundido
<b>Características</b>	
<b>Superficie Máxima Rectificable (Largo x Ancho)</b>	300 x 170 mm
<b>Distancia Máxima entre Mesa y Husillo</b>	300 mm
<b>Plato Magnético (Largo x Ancho)</b>	300 x 150 mm
<b>Movimientos Manuales</b>	
<b>Avance Transversal por graduación del volante</b>	0.02 mm
<b>Avance Vertical por graduación de volante</b>	0.01 mm
<b>Muela</b>	
<b>Velocidad</b>	3600 RPM
<b>Diámetro Máximo</b>	177 mm
<b>Ancho Máximo</b>	12.7 mm
<b>Diámetro del agujero</b>	31.8 mm
<b>Motor</b>	
<b>Potencia</b>	1 Hp
<b>Voltaje</b>	220 / 380 V 3F

# **APÉNDICE B**

## **MANUAL DE DESMONTAJE DE LA RECTIFICADORA**

### **Prólogo**

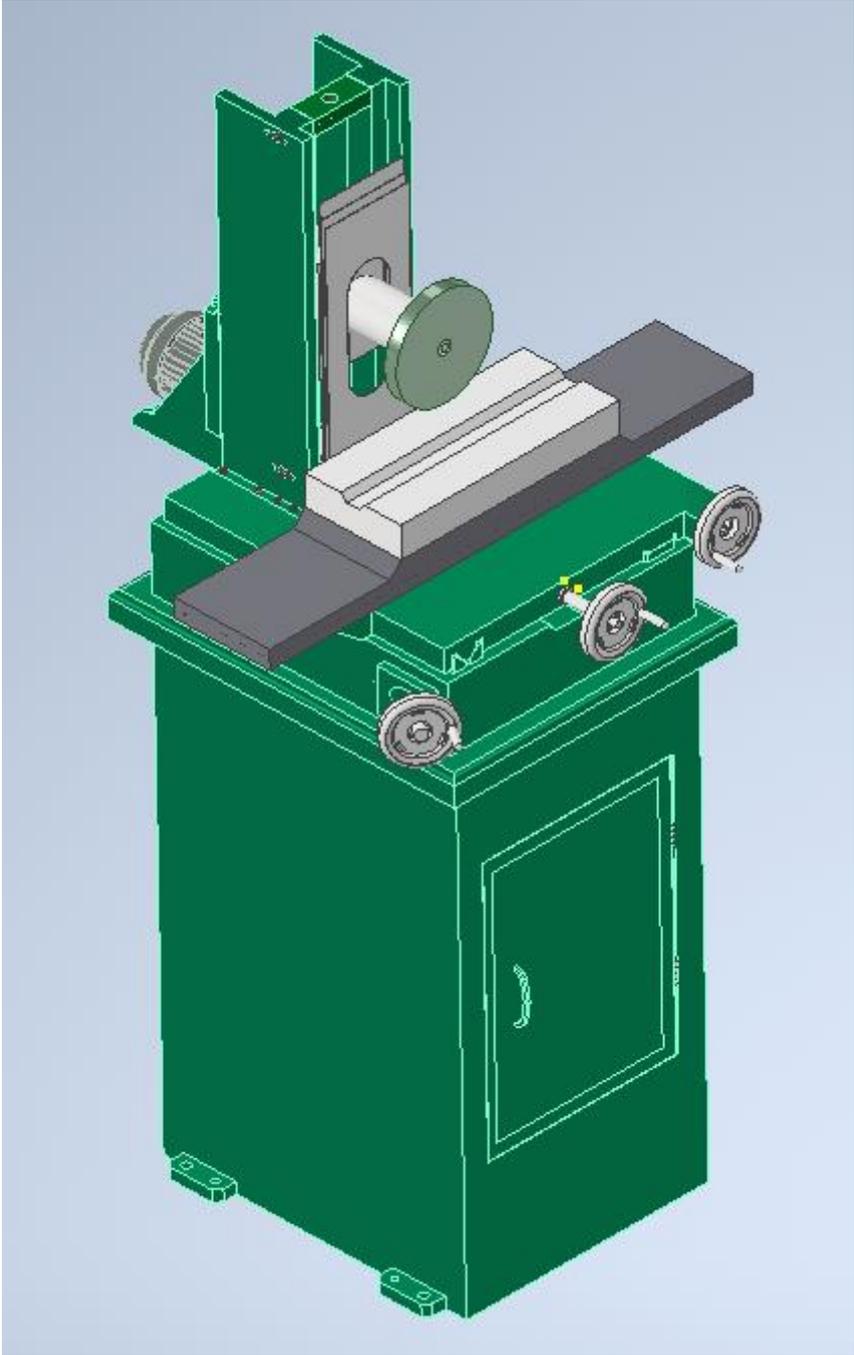
Este manual proporciona instrucciones básicas para el desarmado de la Rectificadora H.H.F Modelo Franco 300 (Figura 1).

### **Recomendaciones de Seguridad**

- Vestimenta de seguridad.
- Guantes de trabajo aislados al momento de manipular la piedra o rodamientos.
- Guantes reforzados al momento de desmontar las mesas de trabajo.
- Gafas de seguridad.
- Zapatos con punta de acero, debido a que, se manipularán partes pesadas.

### **Seguridad de Mantenimiento**

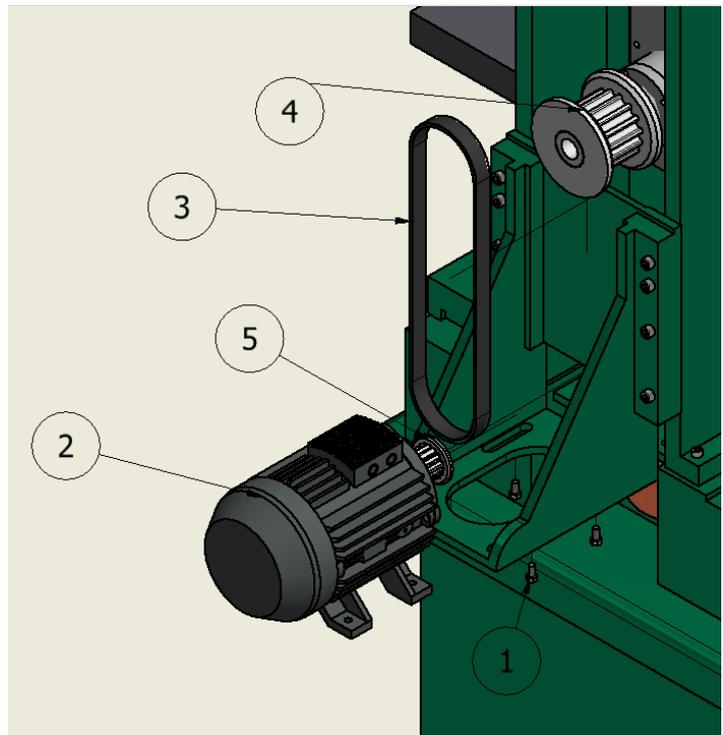
- Desconecte el suministro eléctrico.
- Utilice el equipo de apoyo necesario para evitar lesiones graves.
- Conozca los reglamentos de seguridad del laboratorio.



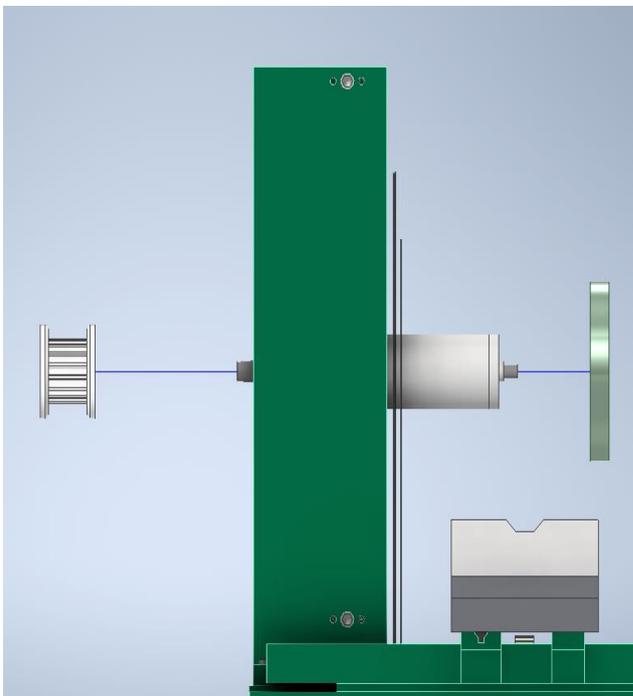
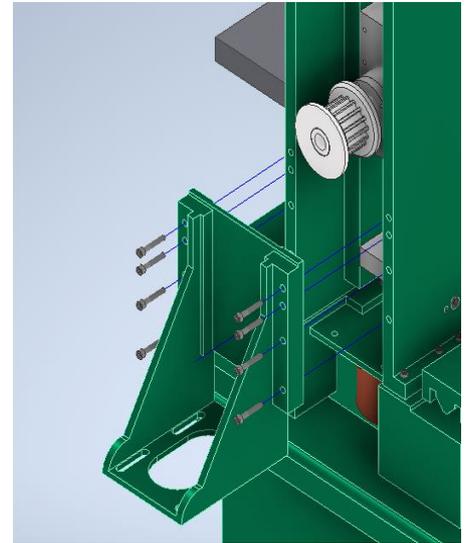
## 1. Desmontaje del sistema de transmisión

Para desmontar el motor es necesario retirar los 4 pernos (se encuentra fijado el motor a la base), se debe usar una herramienta llave número 5. Una vez retirados los pernos del motor, se procede a realizar una ligera elevación de este, para aflojar la banda. Se retira la banda, por consiguiente, se puede retirar el motor, el cual tiene acoplada la polea conductora.

N°	DESCRIPCION
1	Pernos M5x10
2	Motor
3	Banda
4	Polea conducida
5	Polea conductora

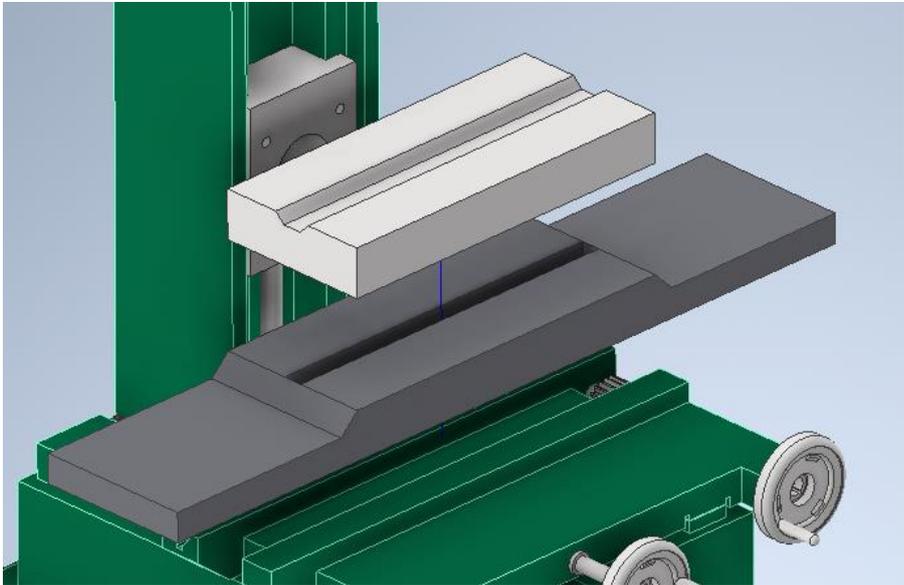


Para desmontar la torre del husillo primero se debe retirar la base del motor, la cual se encuentra acoplada a la torre mediante pernos Allen. En total son 8 pernos los que sostienen esta base.

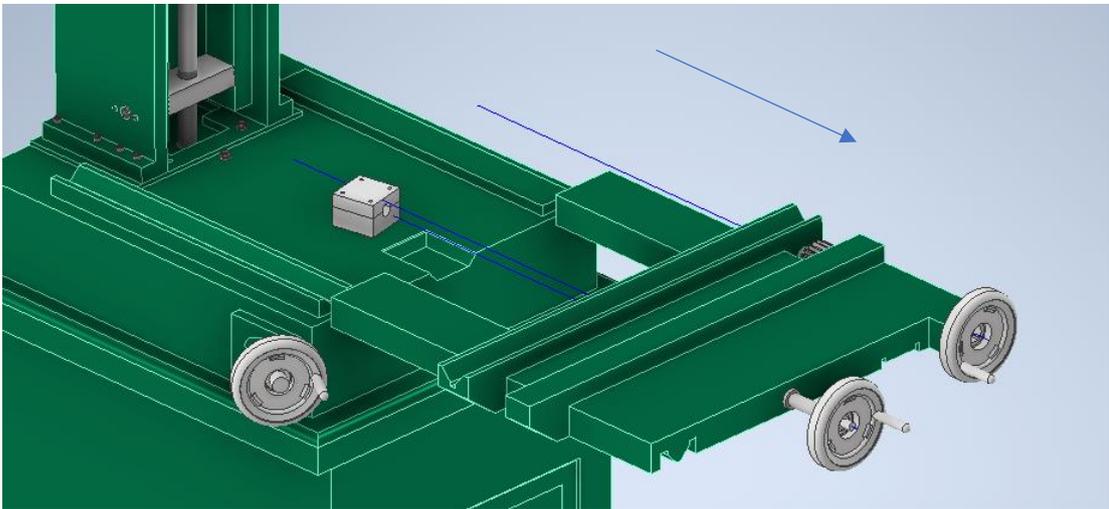


Luego, es necesario retirar tanto la polea conducida como la piedra abrasiva, estos se encuentran sujetos mediante pernos Allen.

Se debe retirar el carro transversal y la base magnética, estos se encuentran ajustados mediante una palanca ubicada en los extremos.

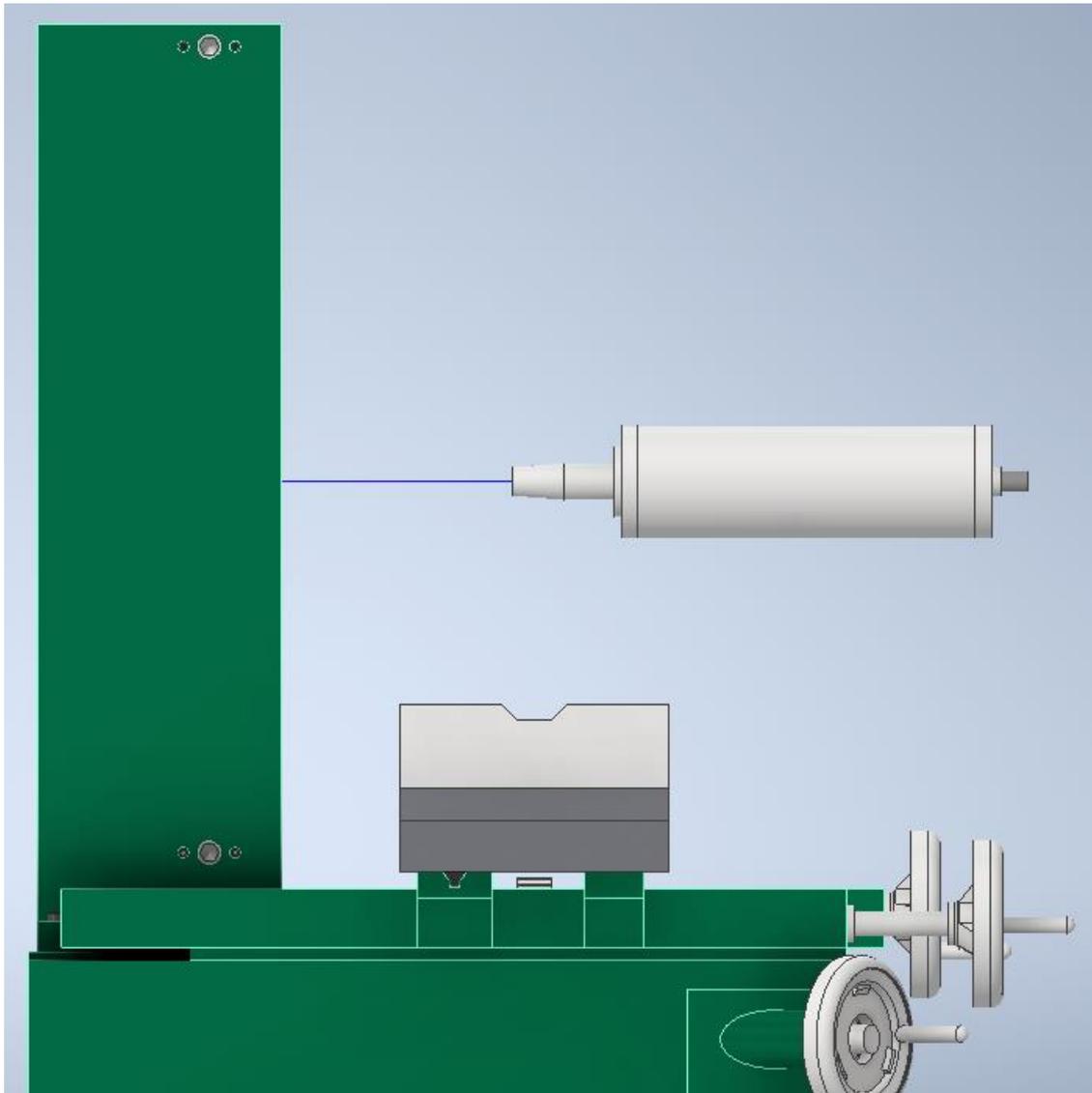


Luego, se debe retirar el carro normal mediante deslizamiento hacia al frente.



## Cambio de rodamientos

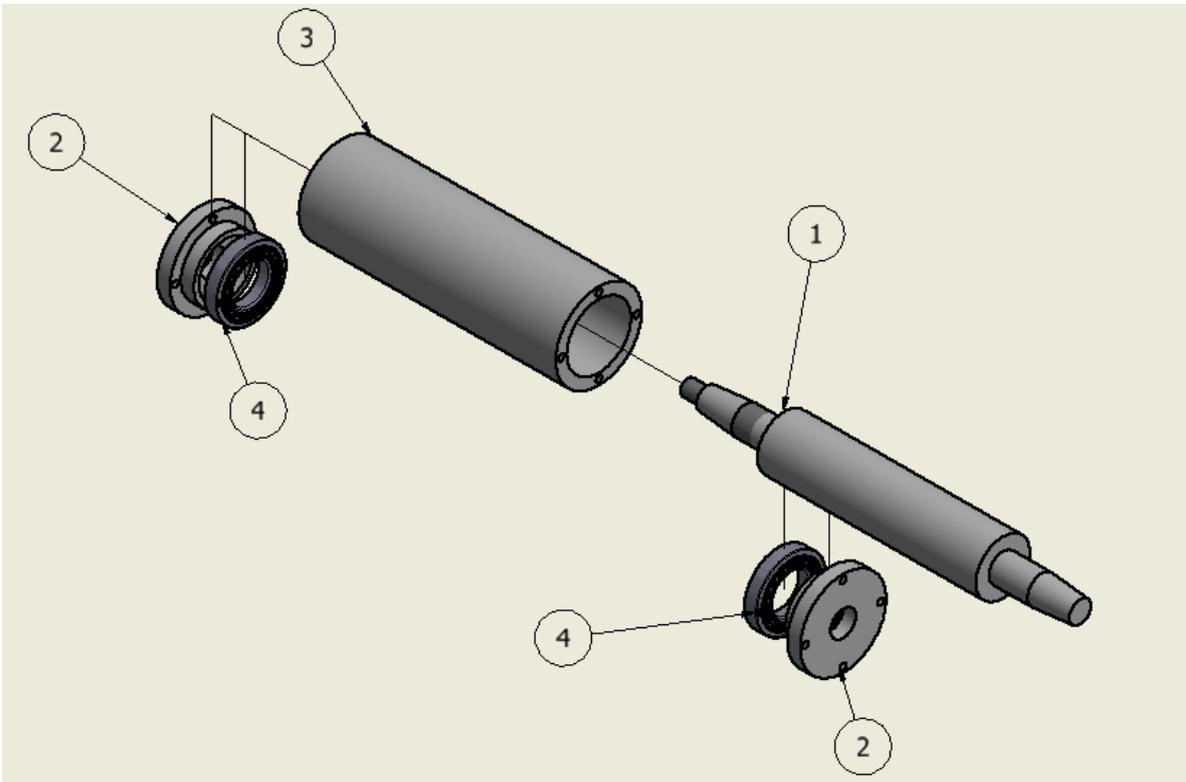
Para cambiar los rodamientos es necesario desmontar el eje del husillo, este se debe retirar con la ayuda de un martillo de goma para evitar daños en el equipo, se recomienda utilizar aceite W40 para ayudar con la lubricación de los elementos.



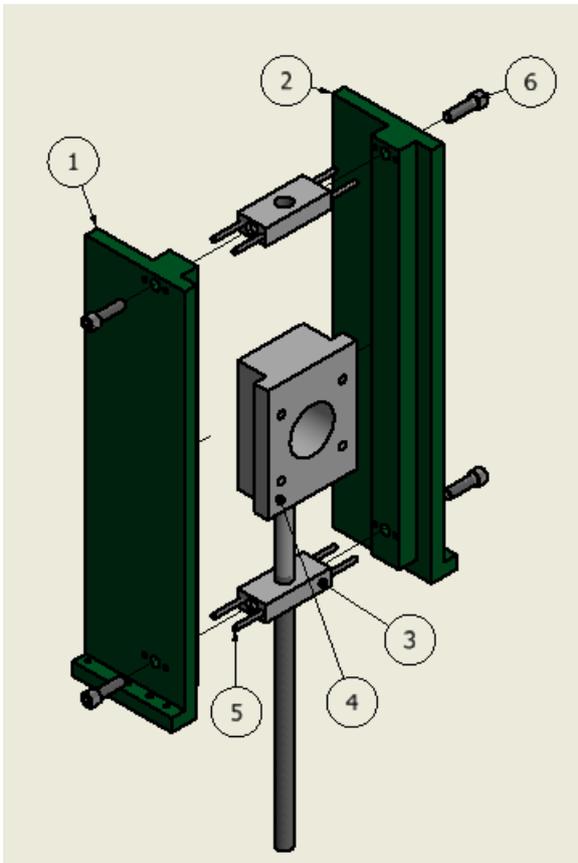
Para acceder a los rodamientos es necesario utilizar una prensa que nos permita fijar el eje, ya que las tapas presentan rosca.

Una vez retirada las tapas de ambos lados del eje del husillo, se debe presionar los rodamientos debido que la estructura cuenta con un resorte que permite absorber las vibraciones.

N°	DESCRIPCIÓN
1	Eje del husillo
2	Tapas de protección
3	Portaeje
4	Rodamientos 6205



## 1. Torre del husillo



Para desmontar la torre del Husillo, se retiran los pernos Allen (6), esto se debe hacer de ambos lados (1 y 2). Mediante la ayuda de un martillo de goma se deben realizar golpes de ambos lados (1 y 2), debido a que, se encuentran con pasadores (5). Una vez retirados los pasadores, se procede a retirar el eje central (4) del movimiento vertical.

LISTA DE PIEZAS		
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA
1	1	TORRE A
2	1	TORRE B
3	2	ESLABON
4	1	EJE CENTRAL
5	8	M6 x 60
6	4	M12 x 40

**APÉNDICE C**  
**FICHAS DE DIAGNÓSTICO**

# FICHA DE DIAGNÓSTICO Nro. 01

## Sección: Transmisión de potencia

Número	Componente	ESTADO					Procedimiento para realizarse			
		E	MB	B	R	M	Remanufacturado	Restaurado	Reemplazado	Reutilizado
1	Pernos M5X10mm					X			X	
2	Motor		X							X
3	Banda				X				X	
4	Polea Conducida				X				X	
5	Polea Conductora				X				X	

E = Excelente

MB = Muy Bueno

B = Bueno

R = Regular

M = Malo

# FICHA DE DIAGNÓSTICO Nro. 02

## Sección: Carro transversal

Componente	ESTADO					Procedimiento para realizarse			
	E	MB	B	R	M	Remanufacturado	Restaurado	Reemplazado	Reutilizado
<b>Base del motor</b>	X						X		
<b>Piedra abrasiva</b>			X						X
<b>Tornillo sinfín</b>					X	X			
<b>Pernos Allen</b>					X			X	
<b>Mesa de avance transversal</b>	X						X		
<b>Mesa de avance horizontal</b>	X						X		
<b>Base magnética de sujeción</b>	X						X		

E = Excelente  
 MB = Muy Bueno  
 B = Bueno  
 R = Regular  
 M = Malo

# FICHA DE DIAGNÓSTICO Nro. 03

## Sección: Torre del husillo

Componente	ESTADO					Procedimiento para realizarse			
	E	MB	B	R	M	Remanufacturado	Restaurado	Reemplazado	Reutilizado
Columna A	X						X		
Columna B	X						X		
Eslabones		X							X
Eje central	X								X
Pernos M6x60 y M12x40					X			X	

E = Excelente

MB = Muy Bueno

B = Bueno

R = Regular

M = Malo

# FICHA DE DIAGNÓSTICO Nro. 04

## Sección: Eje principal

Componente	ESTADO					Procedimiento para realizarse			
	E	MB	B	R	M	Remanufacturado	Restaurado	Reemplazado	Reutilizado
<b>Eje del husillo</b>	X								X
<b>Tapas de protección</b>			X				X		
<b>Porta eje</b>	X								X
<b>Rodamientos 6205</b>				X				X	
<b>Manivelas</b>			X				X		
<b>Pernos M4x6</b>					X			X	

E = Excelente  
 MB = Muy Bueno  
 B = Bueno  
 R = Regular  
 M = Malo

# APÉNDICE D

- Ficha técnica de los rodamientos de bola modelo 6205



## 6205

- Producto popular  
- SKF Explorer

### Rodamientos rígidos de bolas

#### Datos de los rodamientos

[Tolerancias](#),  
Normales (métricas), P6, P5, Normales  
(en pulgadas),

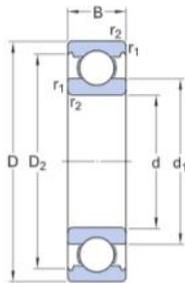
[Juego radial interno](#),

Pares de rodamientos apareados,  
Acero inoxidable  $d < 10$  mm, Otros  
rodamientos

#### Interfaces del rodamiento

[Tolerancias de los asientos  
para condiciones estándares](#),  
[Tolerancias y ajustes resultantes](#)

### Especificación técnica

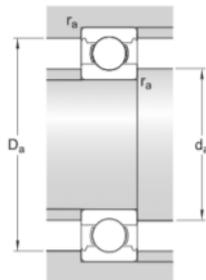


#### DIMENSIONES

d	25 mm	Diámetro del agujero
D	52 mm	Diámetro exterior
B	15 mm	Ancho
d1	≈34.35 mm	Diámetro del resalte del aro interior
D2	≈46.21 mm	Diámetro del rebaje del resalte del aro exterior
r1,2	min.1 mm	Dimensión del chaflán del aro exterior

#### DIMENSIONES DE LOS RESALTES

da	min.30.6 mm	Diámetro del resalte del eje
Da	max.46.4 mm	Diámetro del resalte del soporte
ra	max.1 mm	Radio de acuerdo



- Ficha técnica del Acero SAE 4340 (705)

# Acero Grado Ingeniería

Referencia:  
**Aceros Aleados**



**AISI / SAE: 4340**

Composición química (%)

C	0.38 - 0.43	S	0.04 Max.
Mn	0.60 - 0.80	Cr	0.70 - 0.90
Si	0.15 - 0.35	Ni	1.65 - 2.00
P	0.035 Max.	Mo	0.20 - 0.30

**Dureza de suministro 28 - 32 HRC.**

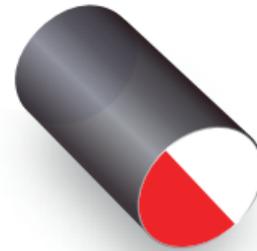
## EQUIVALENCIAS EN OTRAS NORMAS

NORMAS	NOMBRE
AISI SAE	4340
DIN	40NiCrMo6
AFNOR	38NC D6
UNI	40NiCrMo7
BS	3S95

### Características:

Acero de medio carbono aleado con Cr-Ni-Mo. Posee buena resistencia a la fatiga, alta templabilidad, excelente tenacidad, regular maquinabilidad y baja soldabilidad.

**Usos:** Piezas y herramientas sometidas a las más grandes exigencias y a los más altos esfuerzos estáticos y dinámicos. Cigüeñales, piñones, pernos y tornillos de alta resistencia, engranajes para máquinas, discos para frenos, barras de torsión y árboles de transmisión.

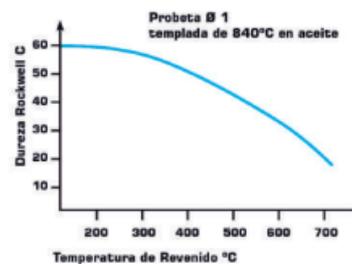


Estado de Suministro	Resistencia tracción kg/mm <sup>2</sup>	Límite elástico kg/mm <sup>2</sup>	Alargamiento %	Reducción de área %	Dureza brinell HB
Laminado en Caliente	65/75	44	20	50	210/240
Calibrado	75/85	63	10	30	240/260
Bonificado	85/110	78	16	45	260/320

TRATAMIENTO TÉRMICO	TEMPERATURA °C	MEDIO DE ENFRIAMIENTO
Forja	850/1100	Ceniza o arena
Temple	820/850	Aceite
Normalizado	850/870	Aire
Recocido	680/720	Horno
Revenido	540/650	Aire

\* Tener presente que los tratamientos térmicos modifican las propiedades mecánicas de origen del material.

### Diagrama de Revenido



- Especificaciones de la banda dentada

## Especificaciones

Atributo	Valor
Sección de la Correa	PJ
Longitud	610mm
Material	Caucho
Anchura Superior	14.04mm
Altura	3.5mm
Serie	RB

## APÉNDICE E

En esta sección se adjuntan las proformas correspondientes a los componentes a ser reemplazados.

### PROFORMA

**Fecha: 19/01/2021**

**Sr/a:**  
**María Belén Macías Badaraco**  
**CI: 2300627508**

De mi especial consideración:

Mediante el presente remito proforma de presupuesto correspondiente al trabajo solicitado.

#### **Piezas mecánicas realiza en torno.**

- Fabricación de tornillo sinfin - SAE 4340 según plano dado. \$70
- Fabricación de 2 polea 3 ¼". \$20 c/u

**COSTO TOTAL** \$110 + IVA

**Forma de Pago:**  
50% de Anticipo  
50% al Concluir

**Tiempo de entrega:**  
Cinco (5) Días

Cliente:

Atencion a:

Página

1 de 1

Número

CDR107-094881-2

Fecha

03/12/2021

Solicitud de Pedido

Codigo de Proveedor

Nuestra ref.

EMPL\_0000287

Fecha limite de la cotización

02/01/2022

Dirección de envío:

MACHALA 1101 Y VELEZ

Código de artículo	Cód Externo proveedores	Fecha de envío	Cantidad	Unidad	Precio de venta	Porcentaje de		Reporte
						Descuento	descuento	
62052RSC3 //	62052RSC3 //_KOYO	04/12/2021	1.00	und	5.90	0.00	15.00 %	5.02
6205-LLUC3/5K	6205-LLUC3/5K_NTN INDUSTRIAL	04/12/2021	1.00	und	7.42	0.00	15.00 %	6.31
6205-2ZR-C3-L38	6205-2Z-L038-C3_FAG	04/12/2021	1.00	und	4.78	0.00	15.00 %	4.06

Moneda	Monto del subtotal de ventas	Descuento total	Cargos	Monto neto	Impuesto sobre las ventas	Total
USD	15.39	0.00	0.00	15.39	1.85	17.24

NO. 000021459

**PROFORMA**

CLIENTE: MARIA BELEN MACIAS BADARACO  
CONTACTO: KENNEDY NORTE, CALLE LUIS ORRANTIA

FECHA DE ENTREGA: 2300627508  
FECHA: 06/01/2022

ITEM	CODIGO	CANT	DESCRIPCION	DSCTO.	P.UNIT.	TOTAL
1	VAR9999	1.00	BANDA 10 DIENTES MARCA JACSON FECHA DE ENTREGA: 24-48 HORAS	0.00	46.50	46.50

SON: CINCUENTA Y DOS , 08/100

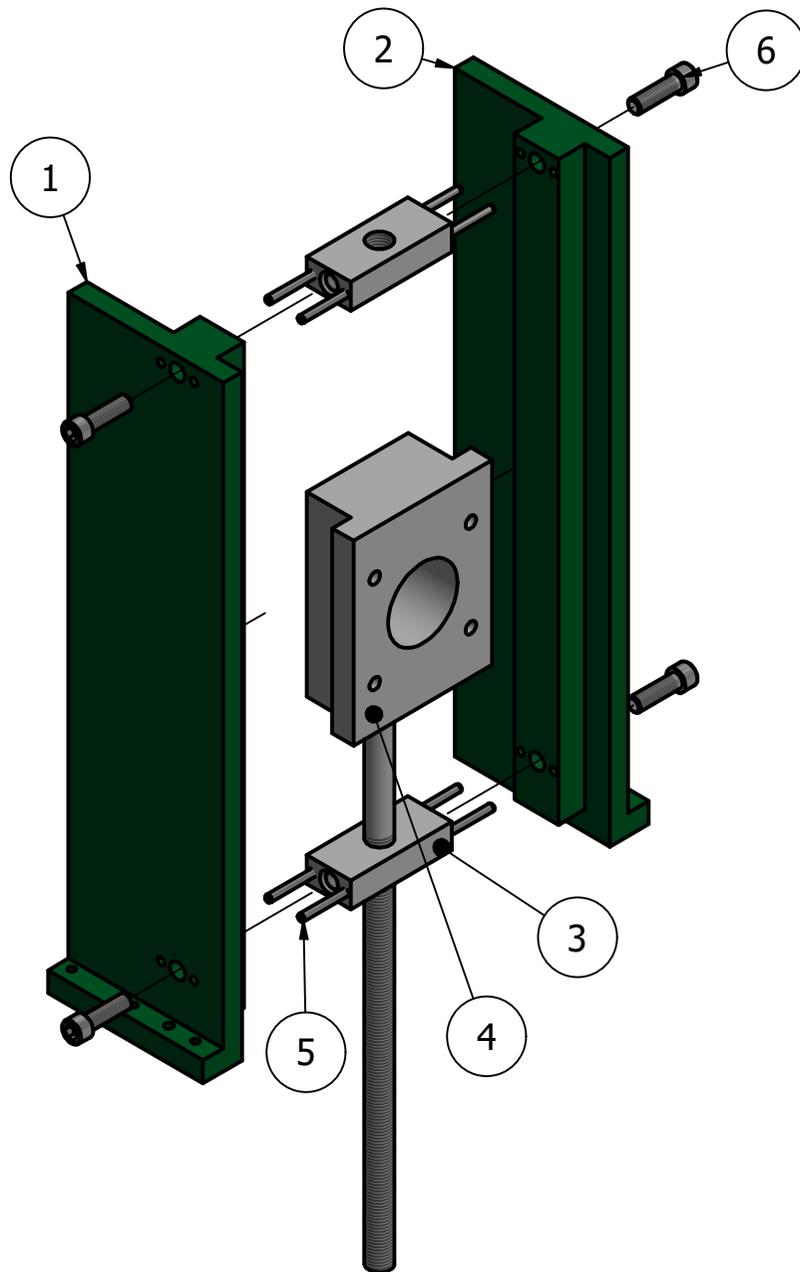
SU DESCUENTO ES: 0.00

SUBTOTAL: 46.50  
IVA: 5.58  
TOTAL: 52.08

VALIDEZ DE ESTA PROFORMA: 8 DIAS

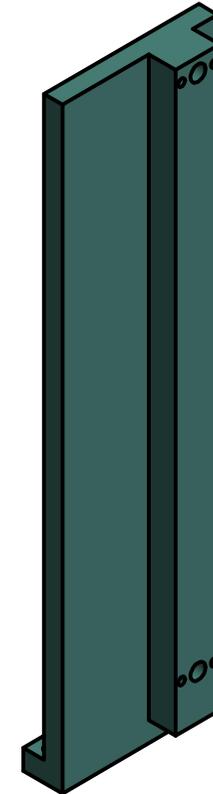
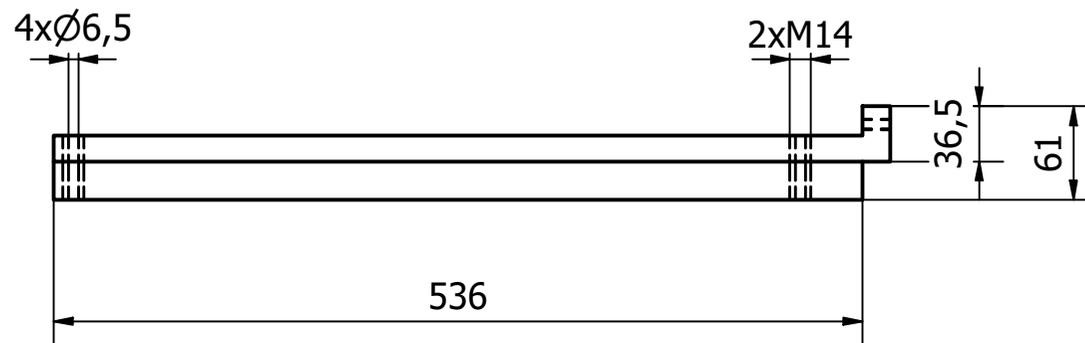
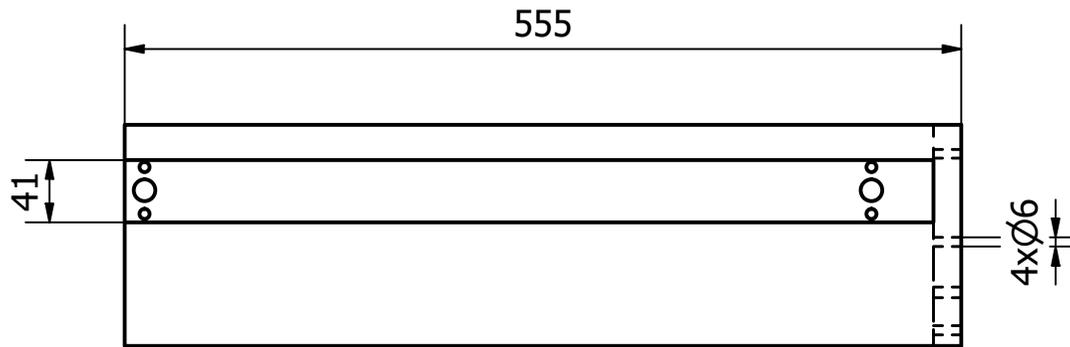
## **APÉNDICE F**

A continuación, se detallan los planos de los componentes principales de la máquina con su respectivo despiece.

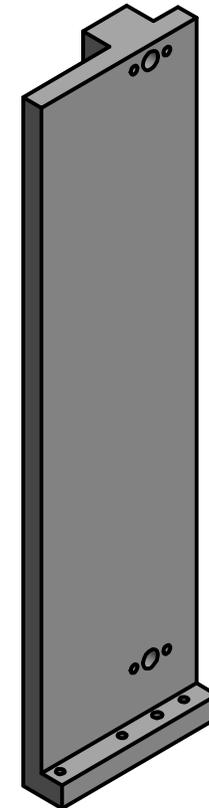
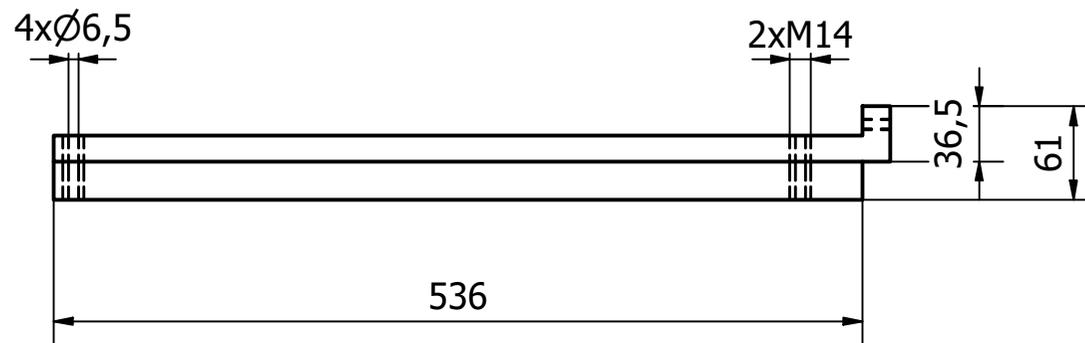
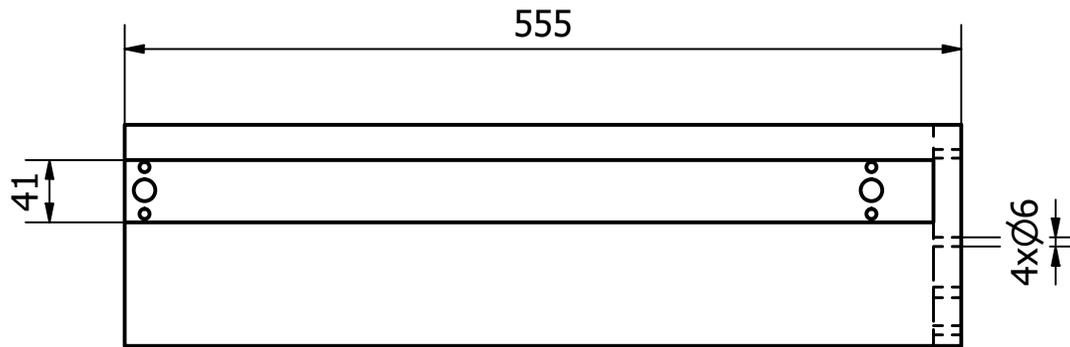


LISTA DE PIEZAS		
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA
1	1	Torre A
2	1	Torre B
3	2	Eslabon
4	1	Carro Central
5	8	ISO 8752 - 6 x 60
6	4	BS EN ISO 4762 - M12 x 40

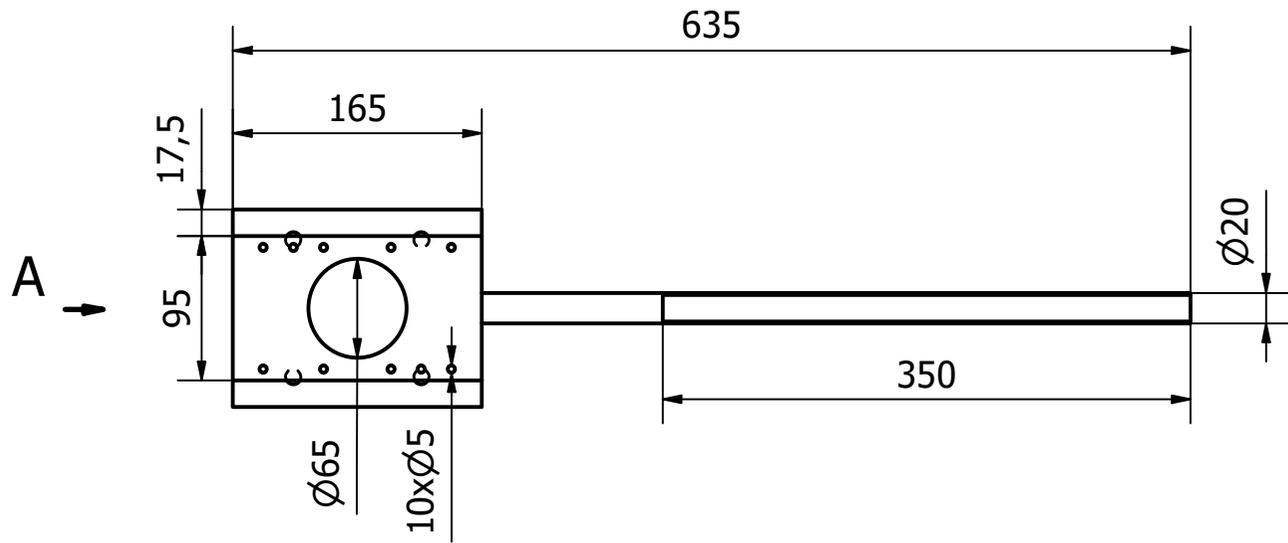
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN			Alumno:	A. Cobeña
			Alumno:	M. Macias
		DIBUJO PARA INGENIERÍA	Lámina:	1
ESCALA: 1:5 PAO 2 2021		<b>TORRE DEL HUSILLO</b>		



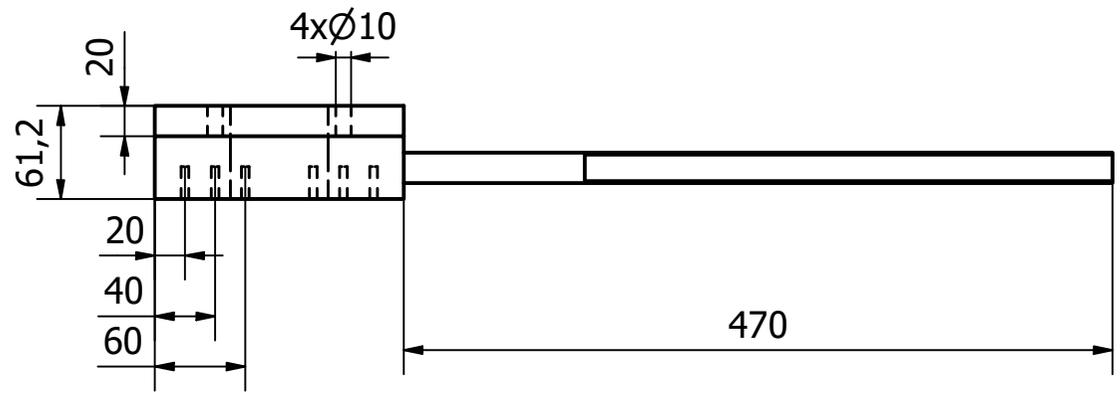
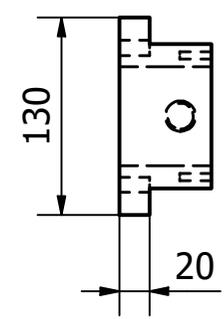
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN		
		Alumno: M. Macias
MATERIA INTEGRADORA		Lámina: 2
ESCALA: 1:5 PAO 2-2021		TORRE A



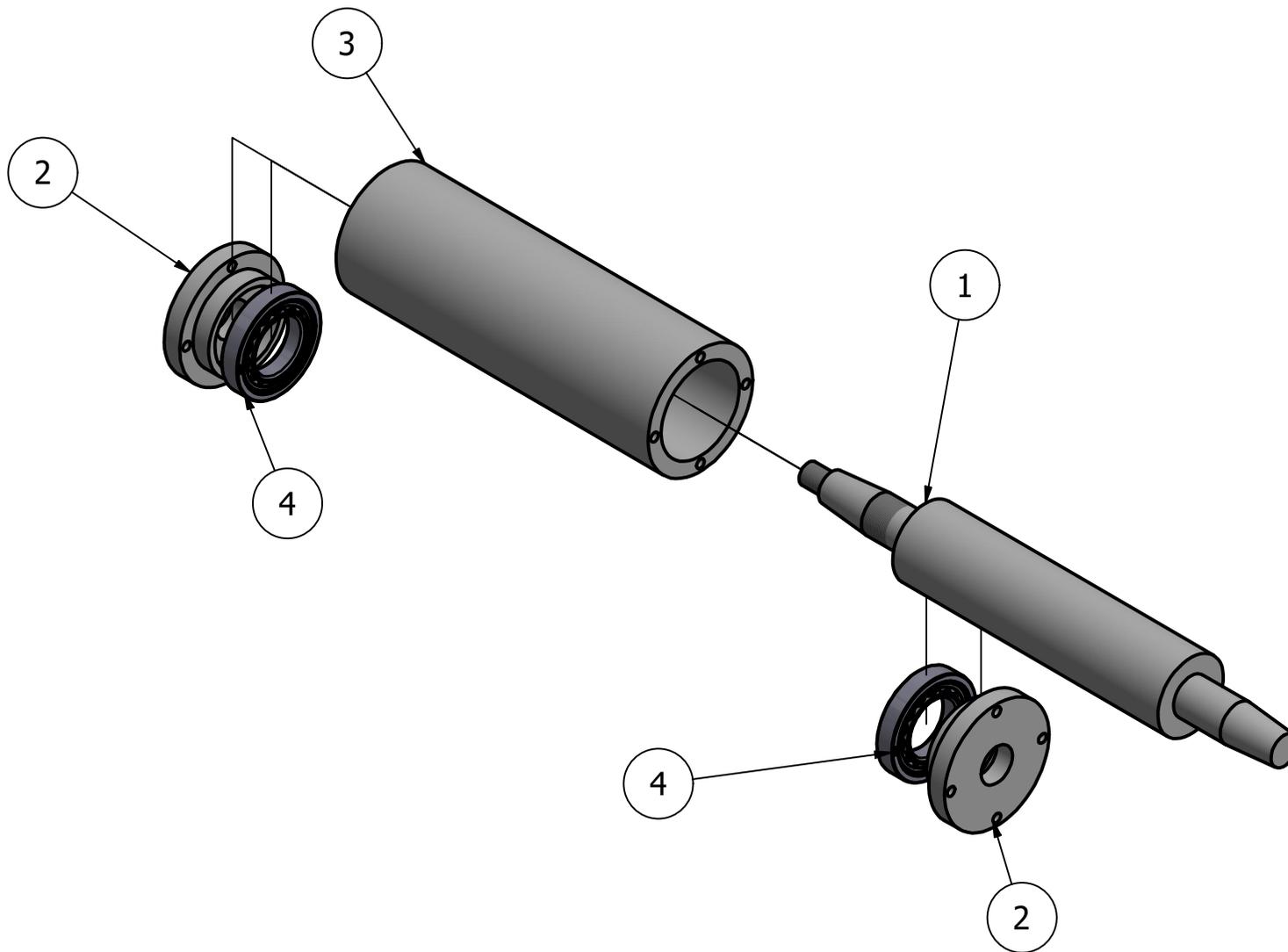
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN		
		Alumno: M. Macias
MATERIA INTEGRADORA		Lámina: 3
ESCALA: 1:5 PAO 2-2021		TORRE B



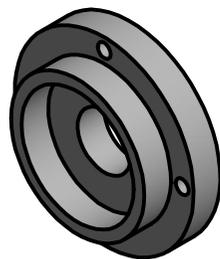
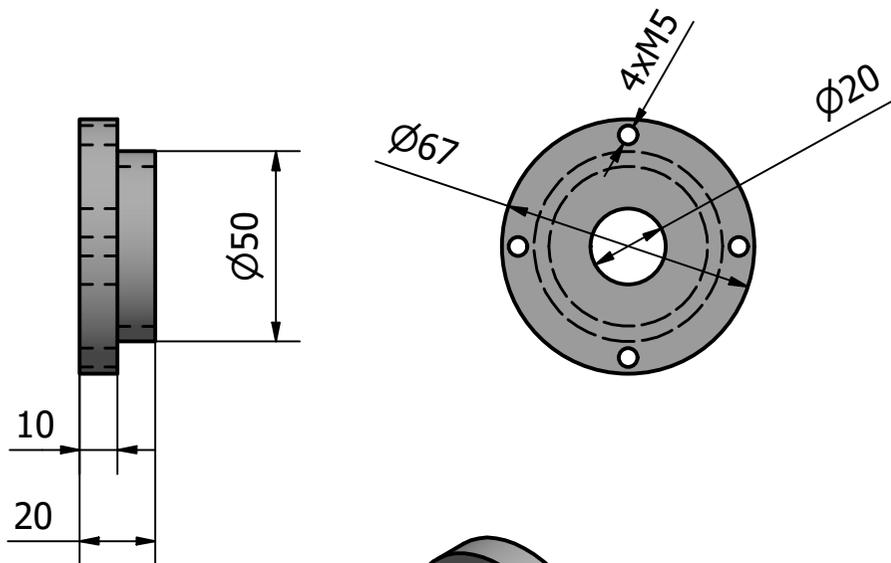
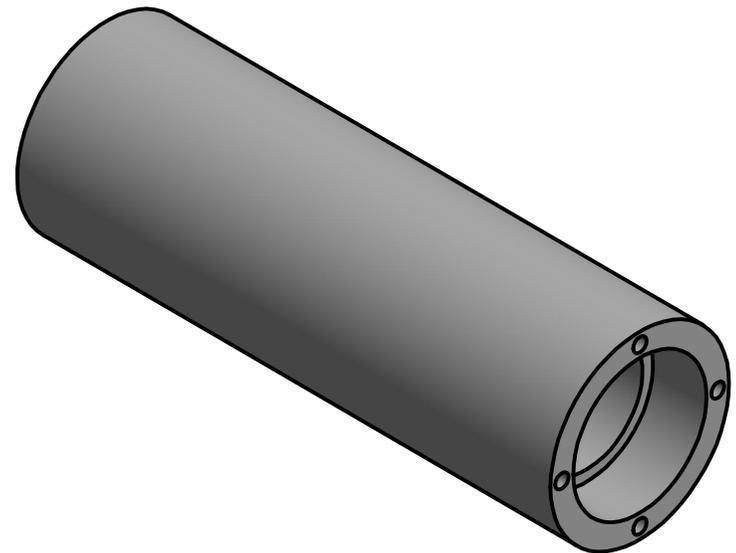
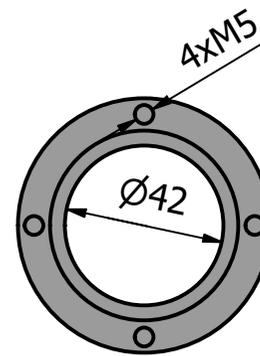
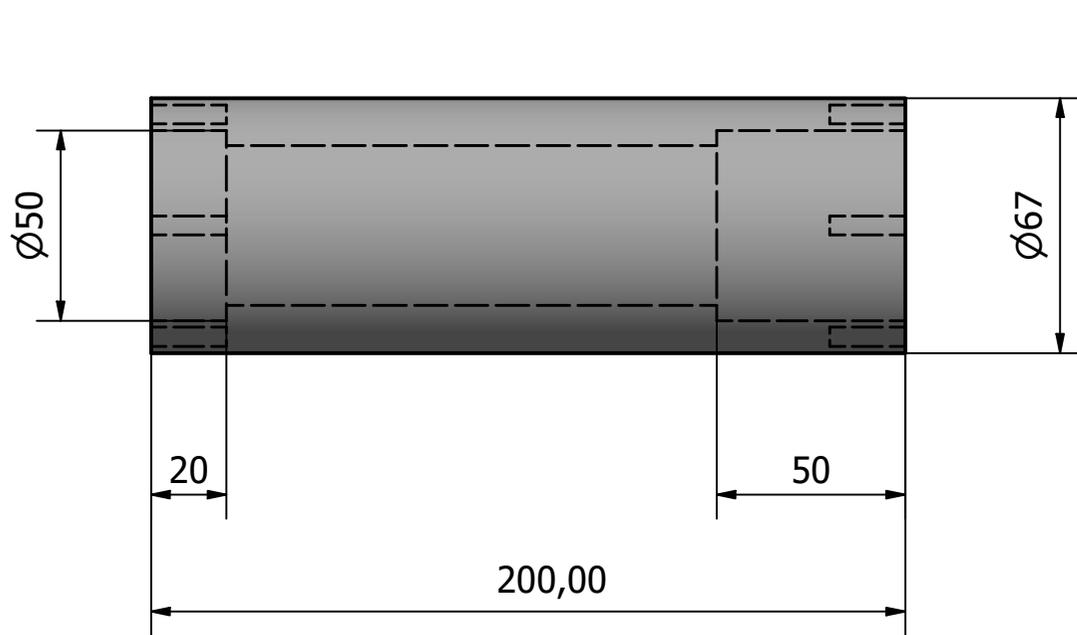
A ( 1:5 )



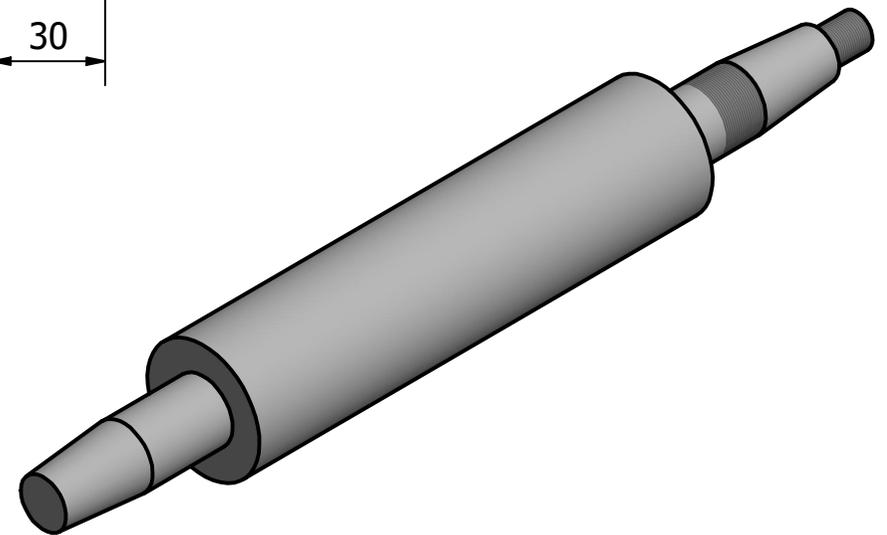
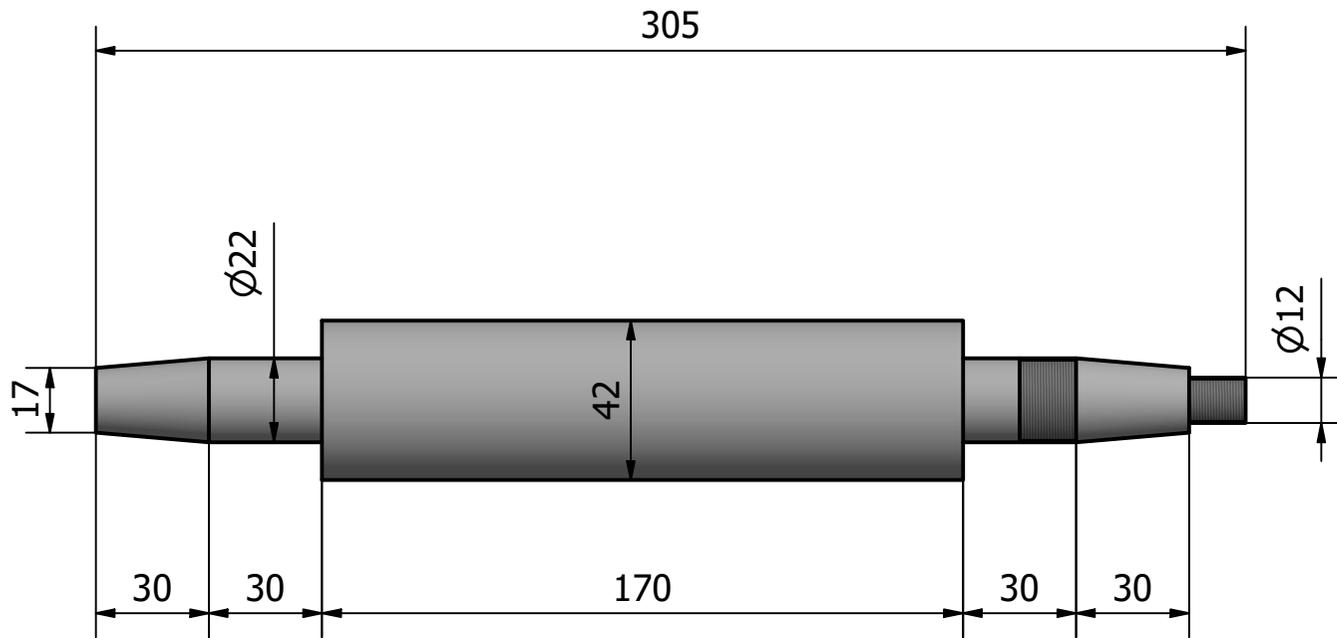
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN			
		Alumno:	A. Cobeña
		Alumno:	M. Macias
		Lámina:	4
		MATERIA INTEGRADORA	
		CARRO CENTRAL	
ESCALA: 1:5 PAO 2-2021			



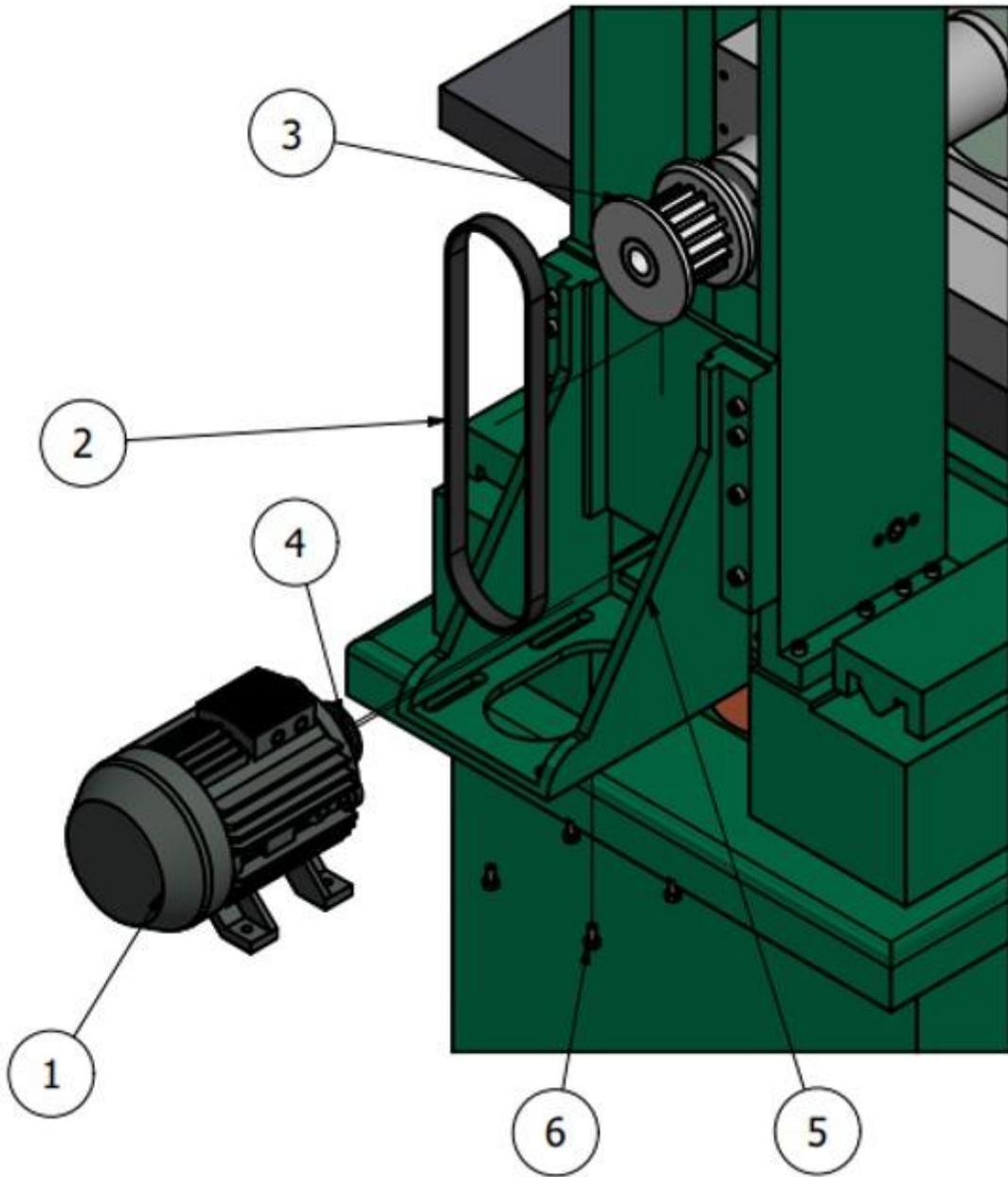
LISTA DE PIEZAS			ESCUOLA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN	 Alumno: A. Cobeña Alumno: M. Macias Lámina: 5
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA		
1	1	EJE DEL HUSILLO	MATERIA INTEGRADORA	EJE PRINCIPAL
2	2	TAPA DEL PORTAEJE		
3	1	PORTA EJE	ESCALA: 1:3 LÍMITERMINO	
4	2	RODAMIENTO DE BOLA 6205		



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN			
		Alumno:	A. Cobeña
		Alumno:	M. Macias
		Lámina:	6
		MATERIA INTEGRADORA	
		PORTAEJE	
ESCALA: 1:2 ITÉRMINO			

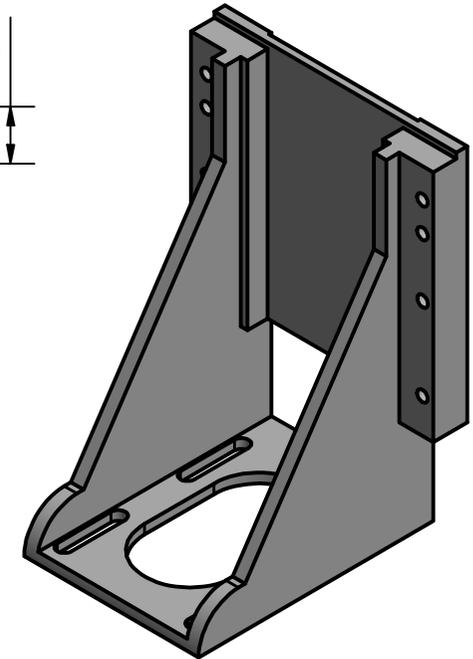
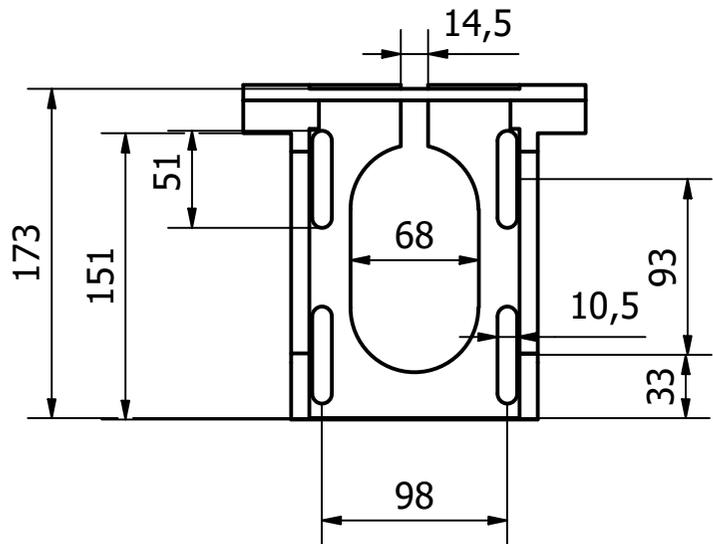
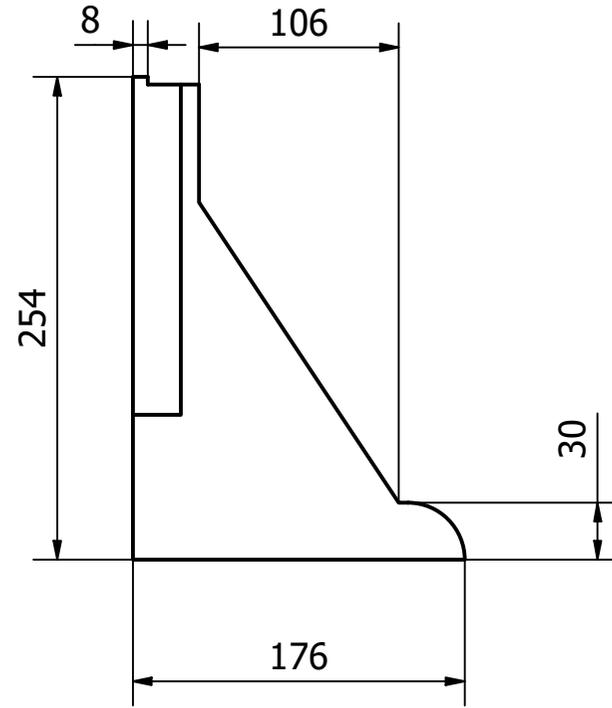
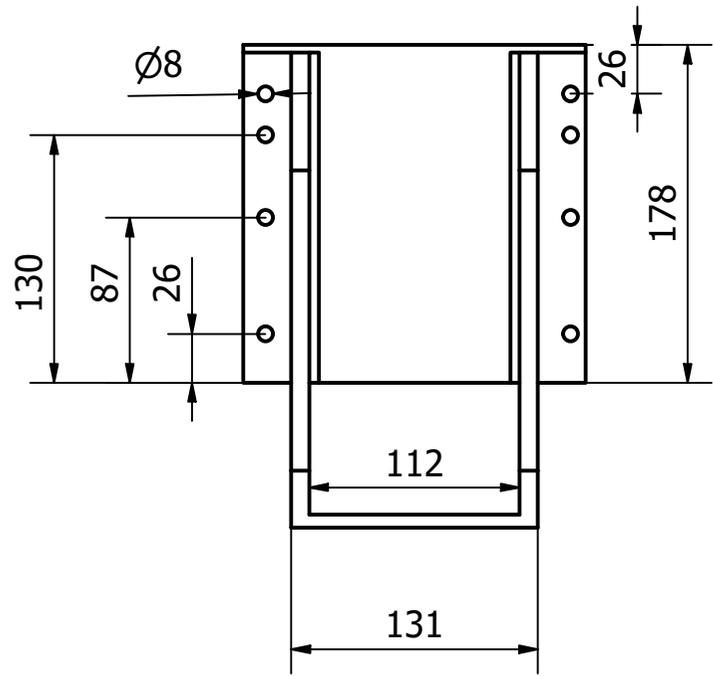


ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN			
		Alumno:	A. Cobeña
		Alumno:	M. Macias
		MATERIA INTEGRADORA	Lámina: 7
ESCALA: 1:2 PAO 2-2021		EJE DEL HUSILLO	

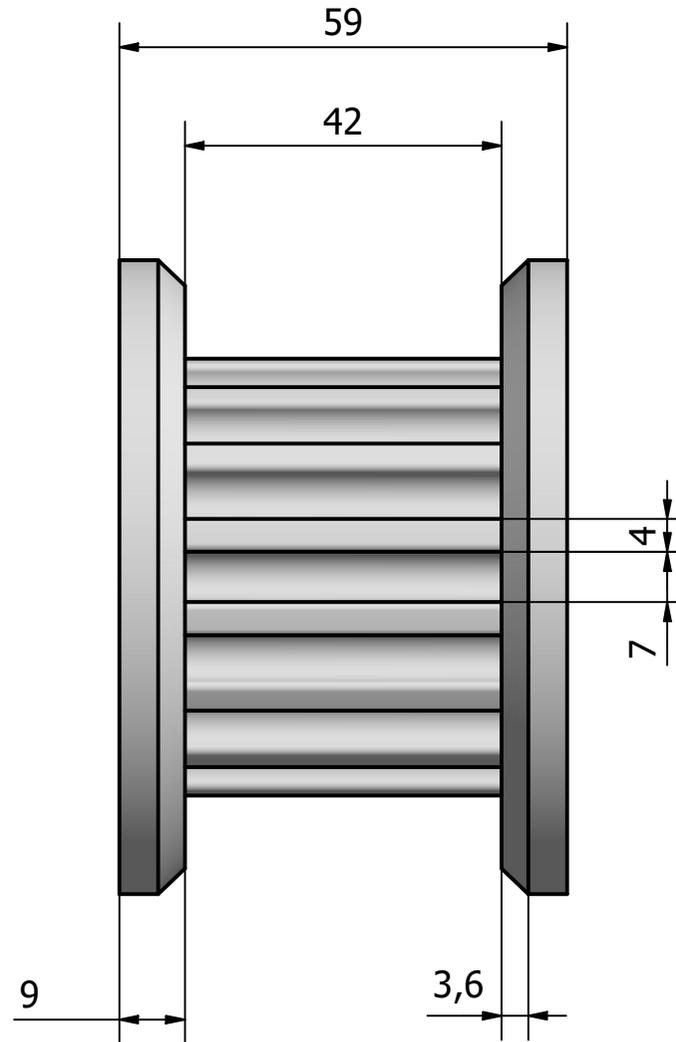
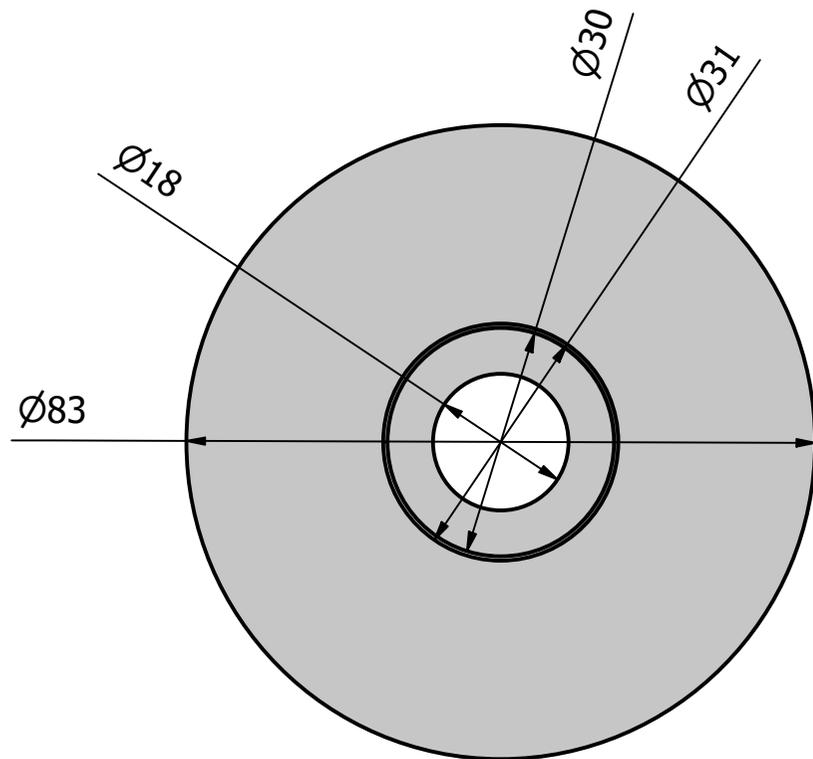


LISTA DE PIEZAS		
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA
1	1	MOTOR
2	1	BANDA
3	1	POLEA CONDUCTIDA
4	1	POLEA CONDUCTORA
5	1	BASE
6	4	M8

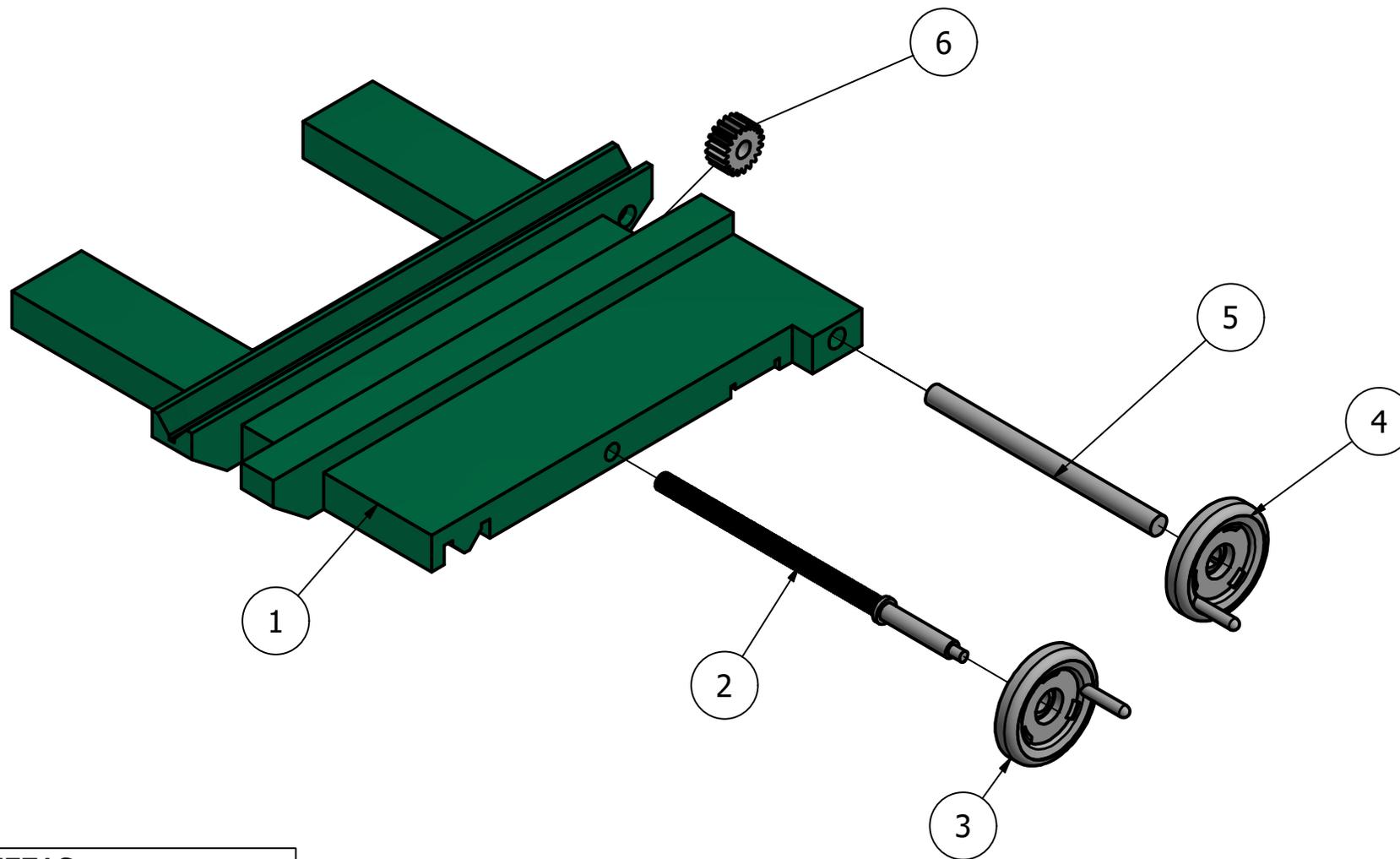
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN			
		Alumno:	M. Macias
		MATERIA INTEGRADORA	Lámina: 8
ESCALA: 1:5 PAO 2-2021		<b>SISTEMA DE TRANSMISIÓN</b>	



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN			
		Alumno:	A. Cobeña
		Alumno:	M. Macias
		Lámina:	9
		MATERIA INTEGRADORA	
ESCALA: 1:4 PAO 2-2021		BASE DE MOTOR	



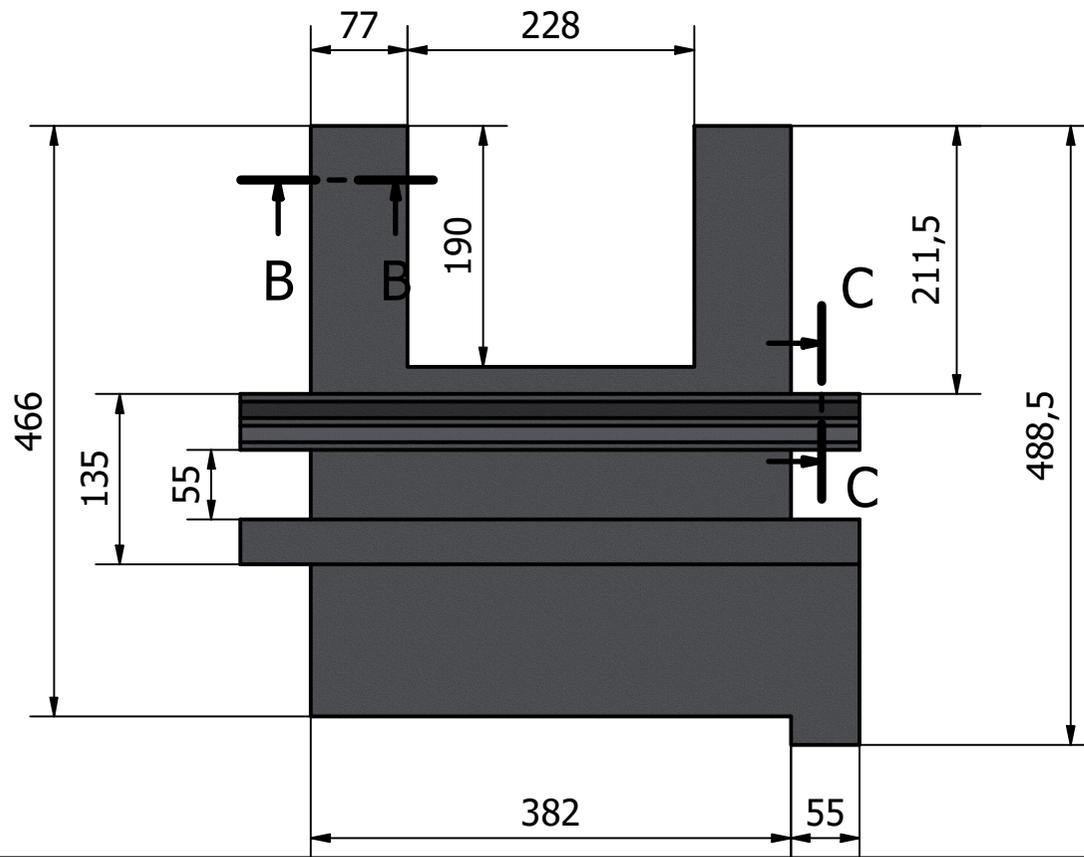
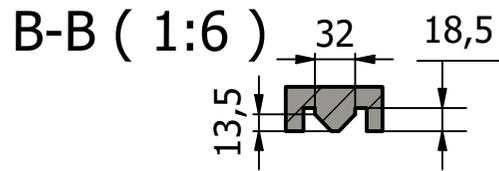
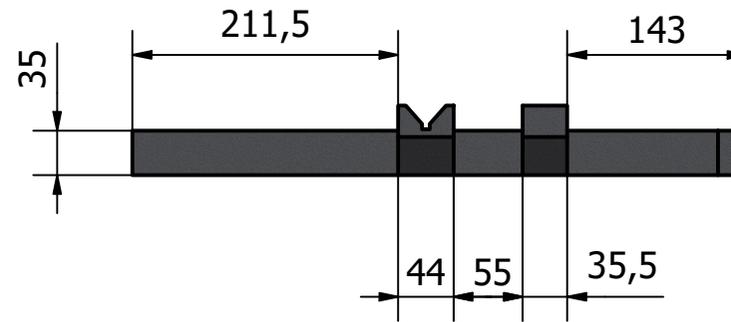
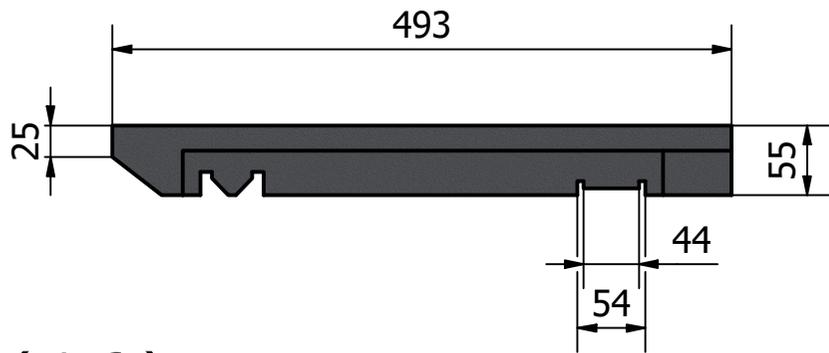
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN		
		Alumno: M. Macias
MATERIA INTEGRADORA		Lámina: 10
ESCALA: 1:1 PAO 2-2021		POLEA



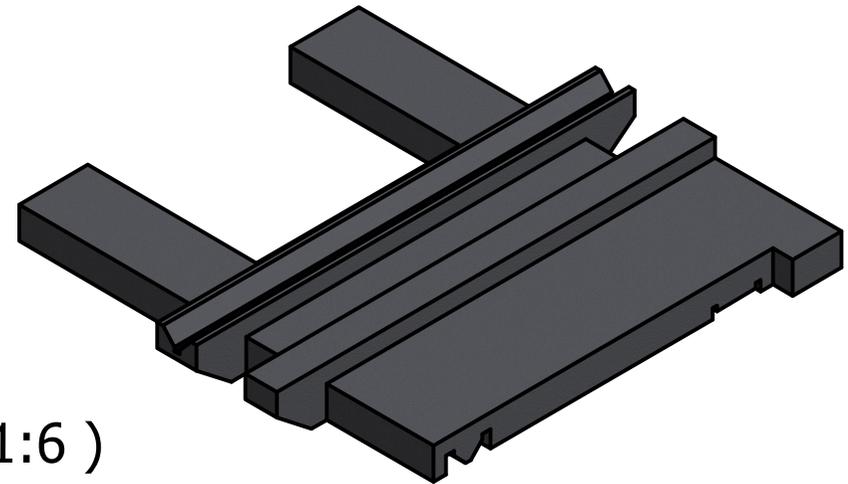
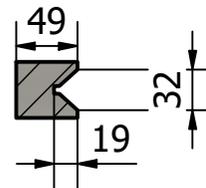
LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA
1	1	Mesa Normal
2	1	Tornillo Sin Fin
3	1	Manivela Sin Fin
4	1	Manivela Piñon
5	1	Eje transversal
6	1	Piñon Transversal

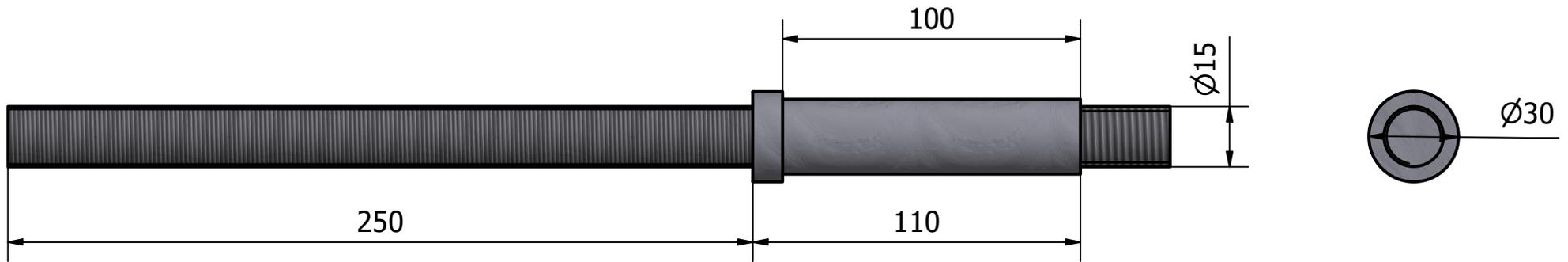
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN			
		Alumno:	A. Cobeña
		Alumno:	M. Macias
		Lámina:	11
		MATERIA INTEGRADORA	
ESCALA: 1:1 PAO 2-2021		<b>CARRO NORMAL</b>	



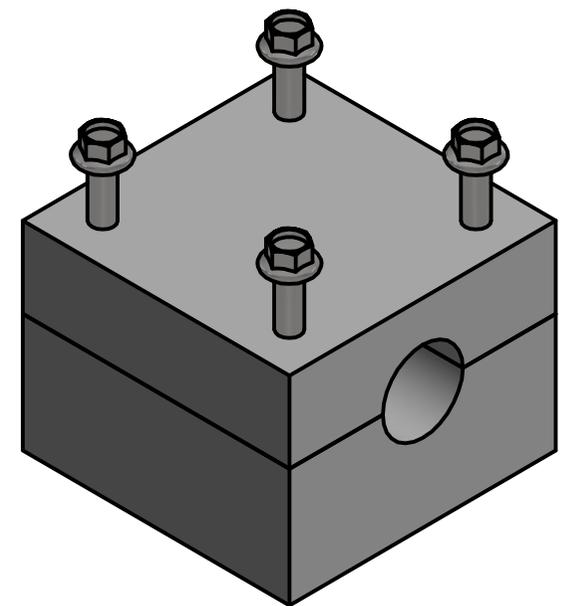
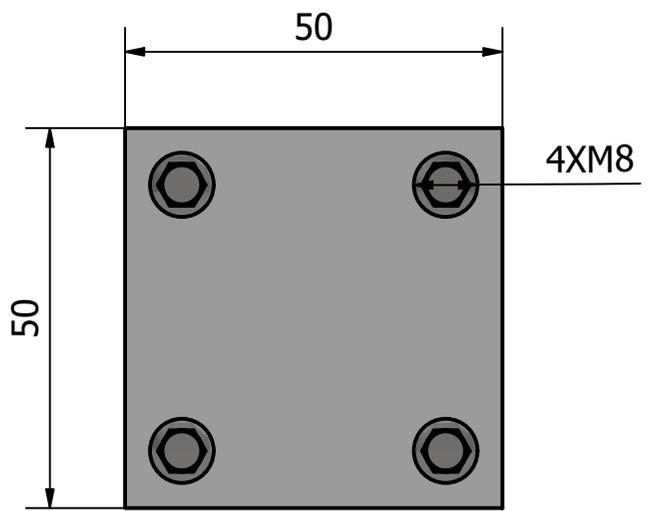
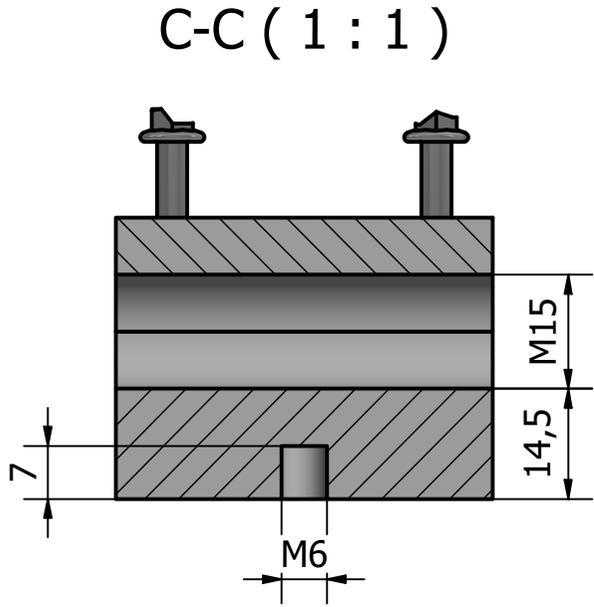
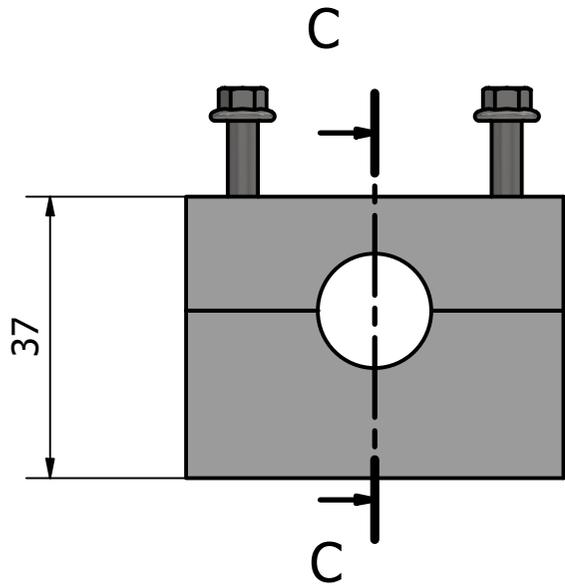
C-C ( 1:6 )



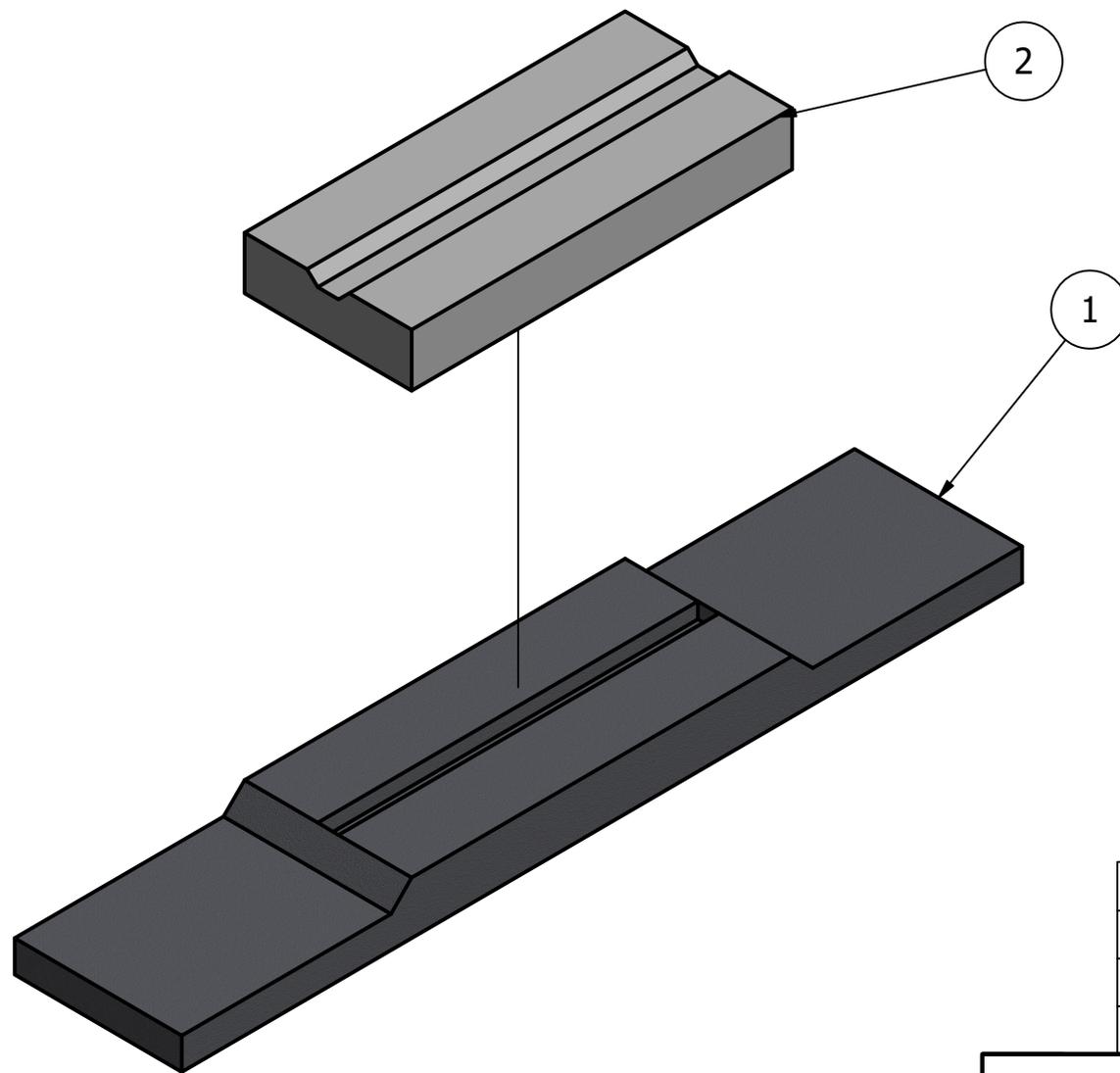
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN			
		Alumno:	A. Cobaña
		Alumno:	M. Macias
		Lámina:	12
		MATERIA INTEGRADORA	
		CARRO NORMAL	
ESCALA: 1:5 PAO 2-2021			



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN			Alumno:	A. Cobeña
			Alumno:	M. Macias
		MATERIA INTEGRADORA	Lámina:	13
		TORNILLO SIN FIN		
ESCALA: 1 : 2				
PAO 2-2021				

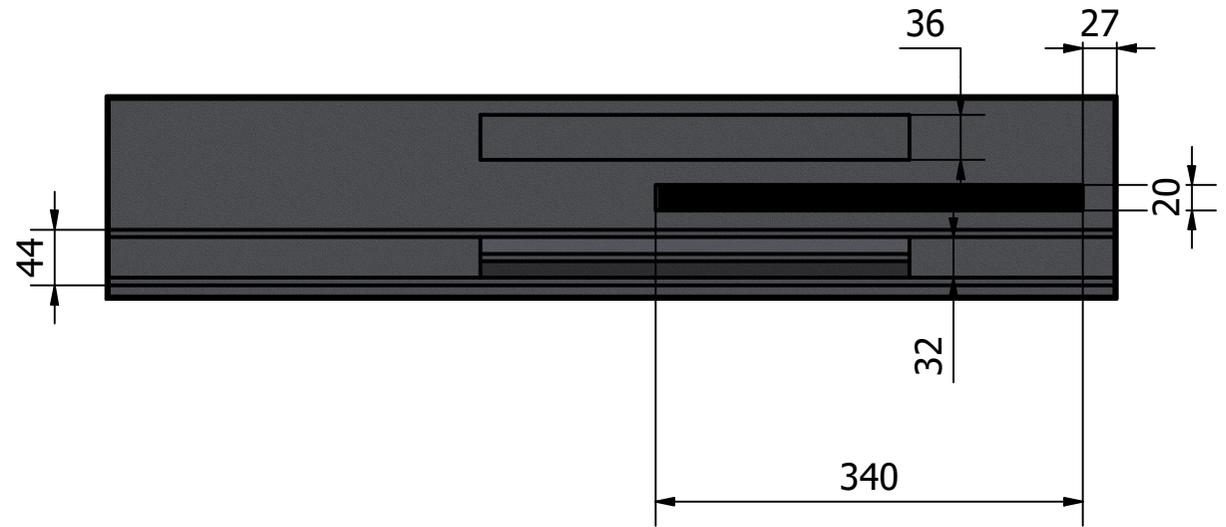
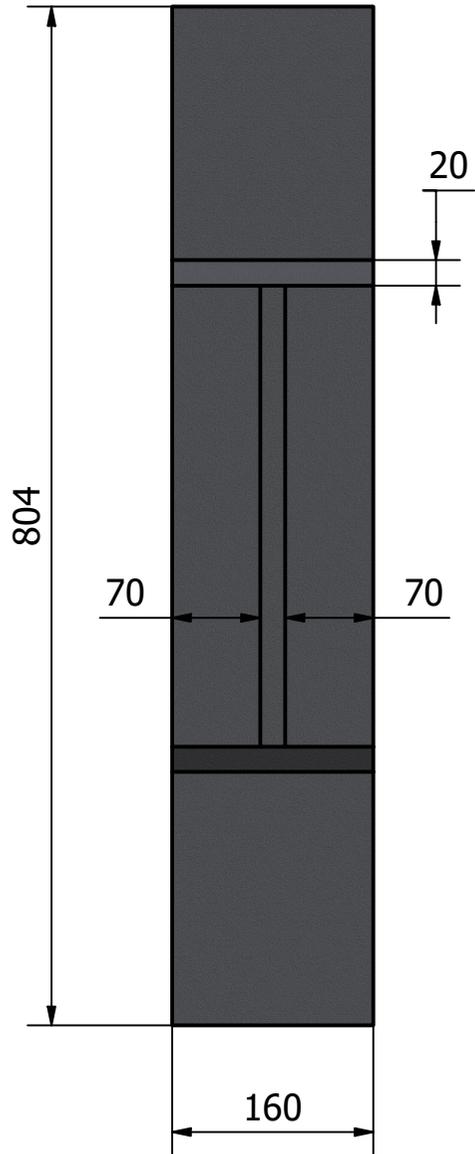
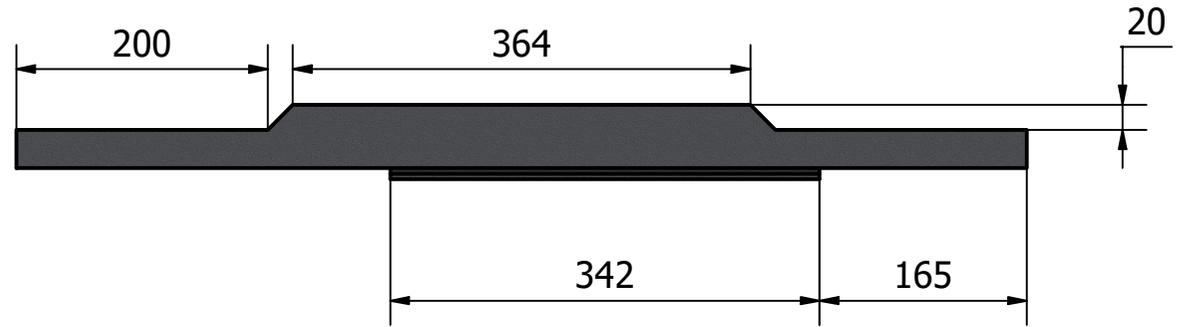
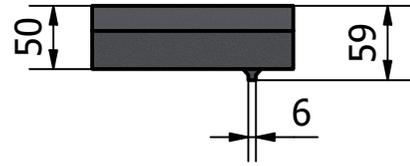


ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN			
		Alumno:	A. Cobeña
		Alumno:	M. Macias
		Lámina:	14
		MATERIA INTEGRADORA	
		TUERCA SIN FIN	
ESCALA: 1:2 PAO 2-2021			

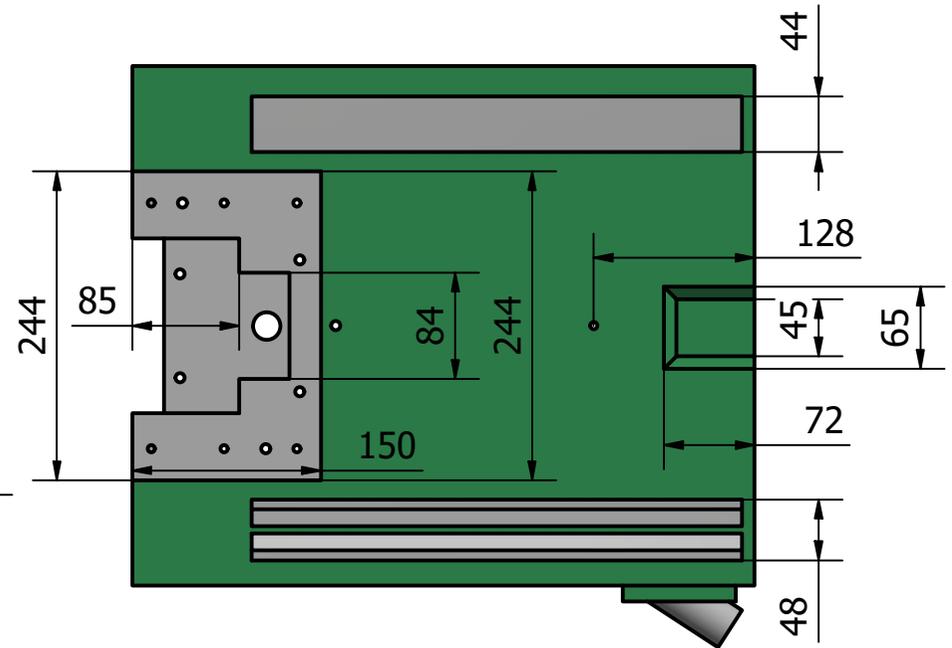
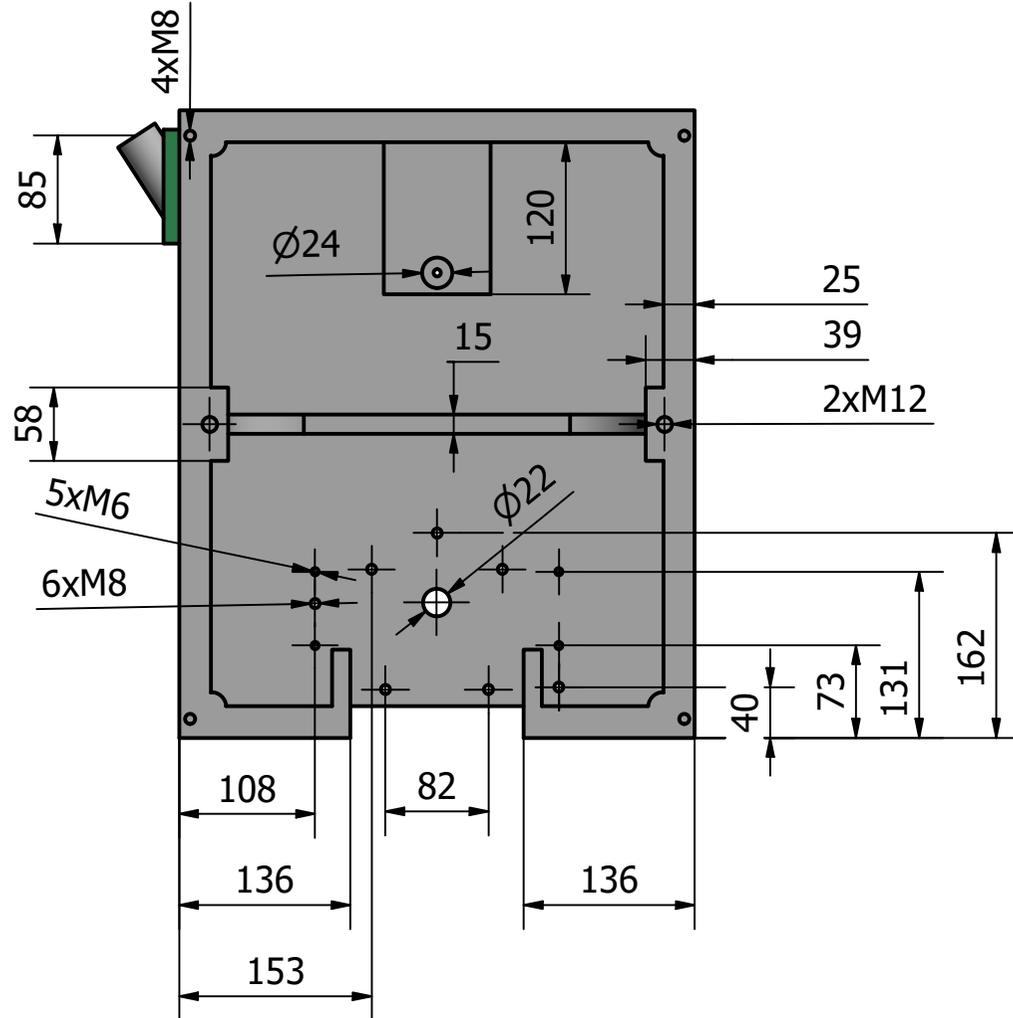
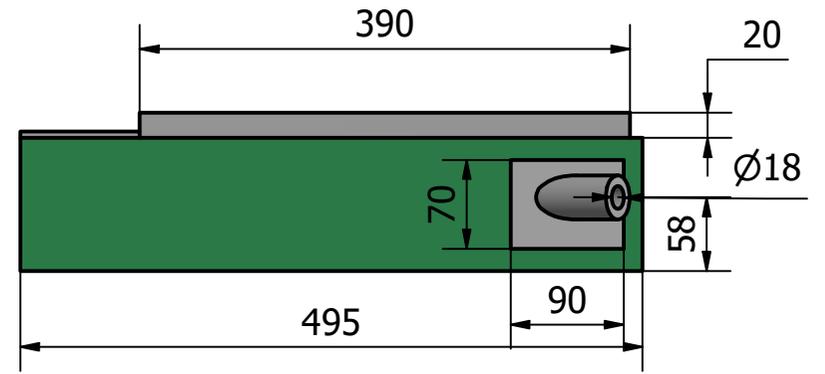
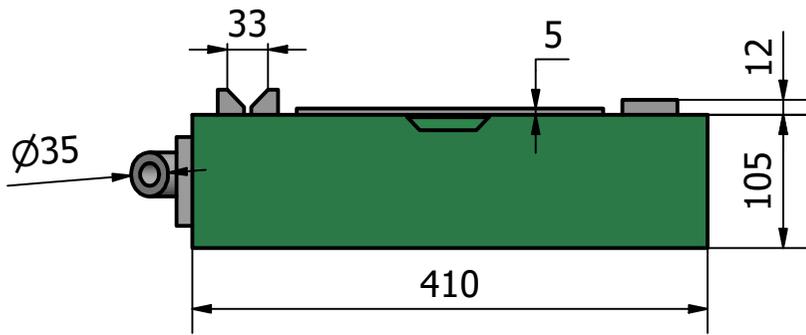


LISTA DE PIEZAS		
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA
1	1	Carro Transversal
2	1	Base Magnetica

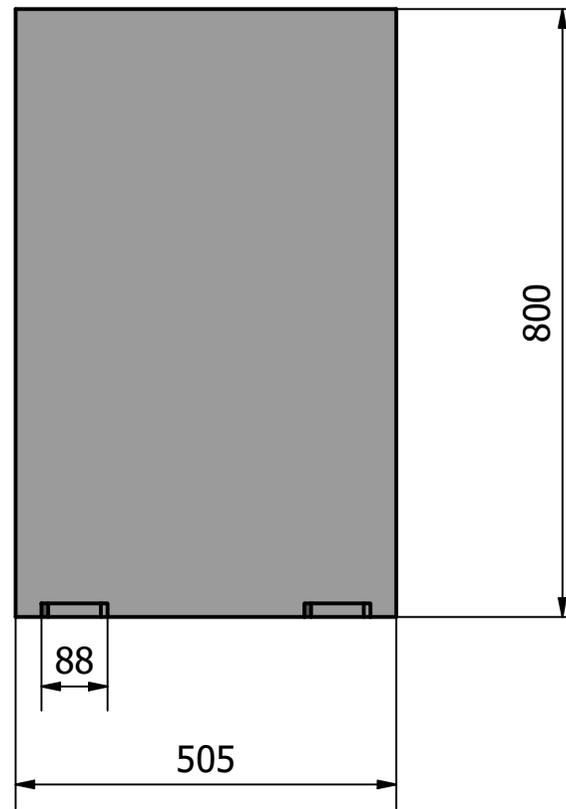
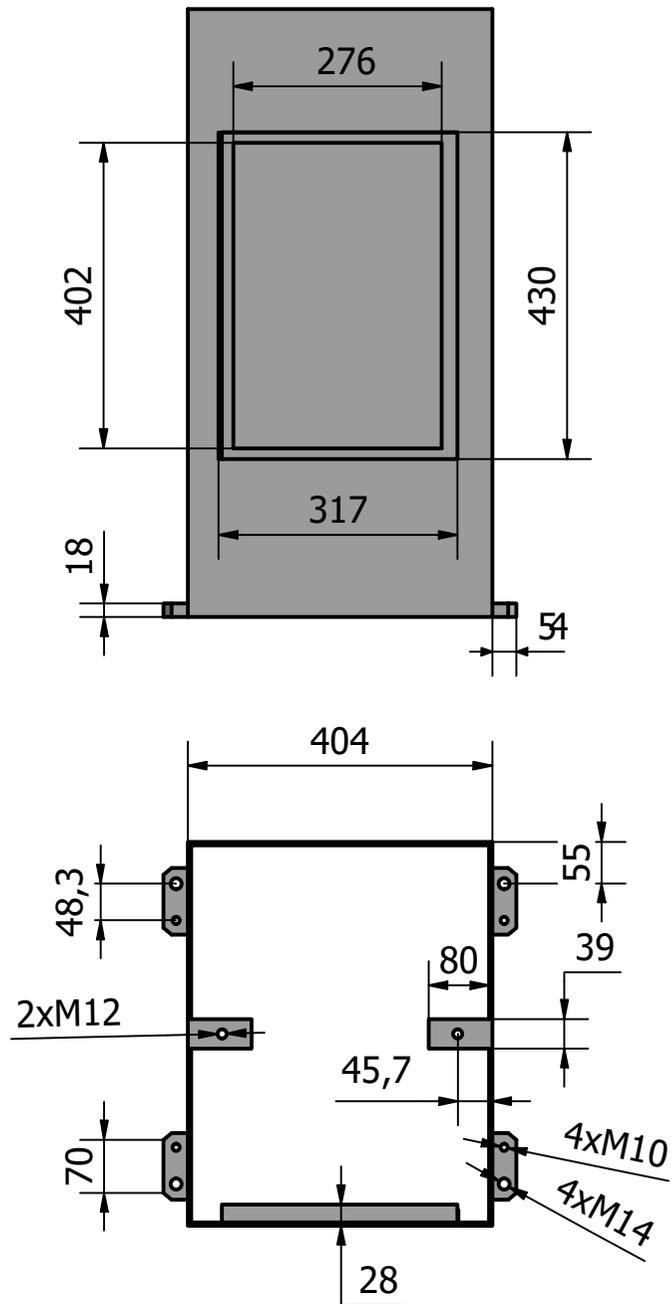
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN			
		Alumno:	A. Cobeña
		Alumno:	M. Macias
		MATERIA INTEGRADORA	Lámina: 15
ESCALA: 1:5 PAO 2 2021		<b>CARRO TRANSVERSAL + BASE MAGNITICA</b>	



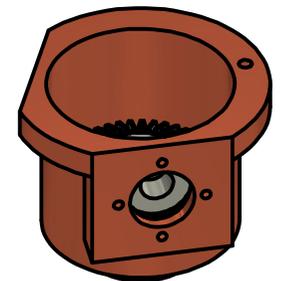
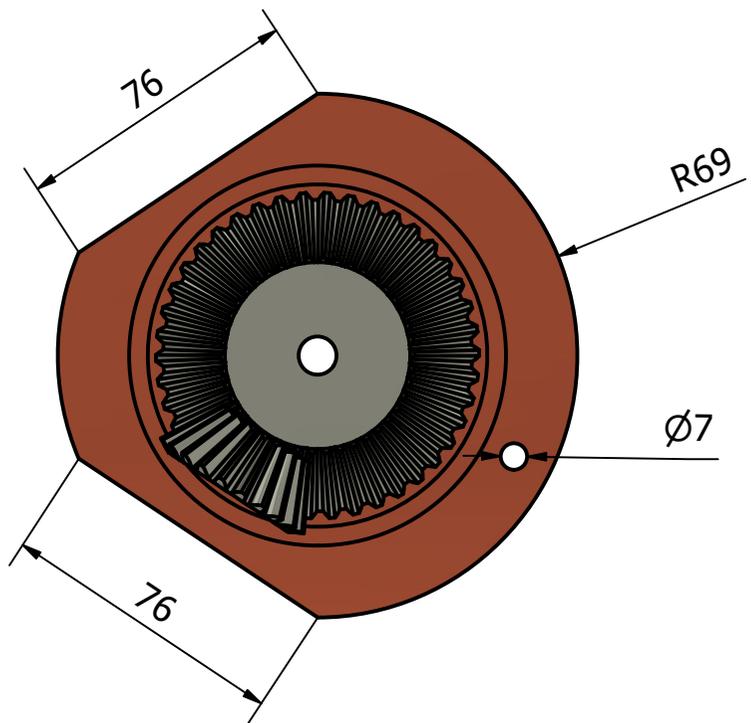
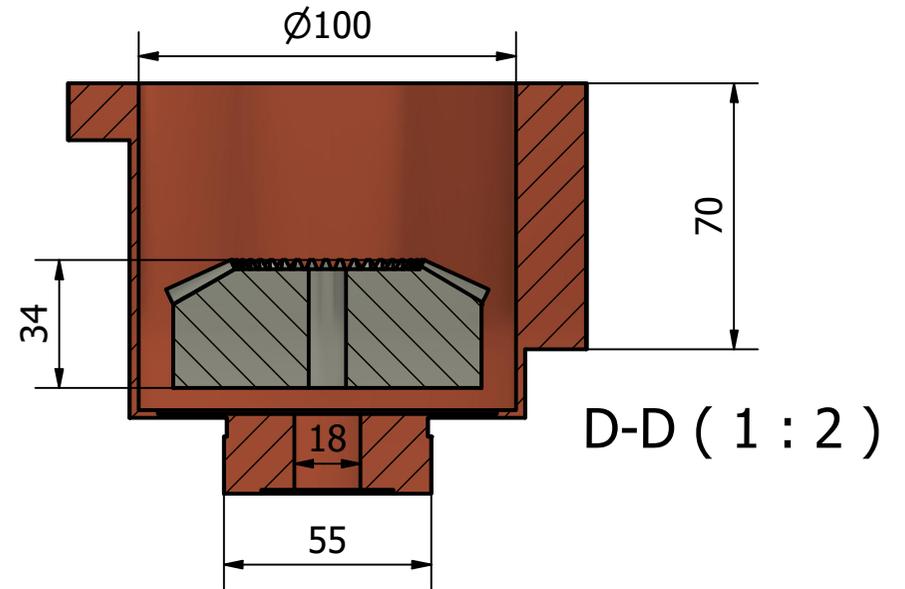
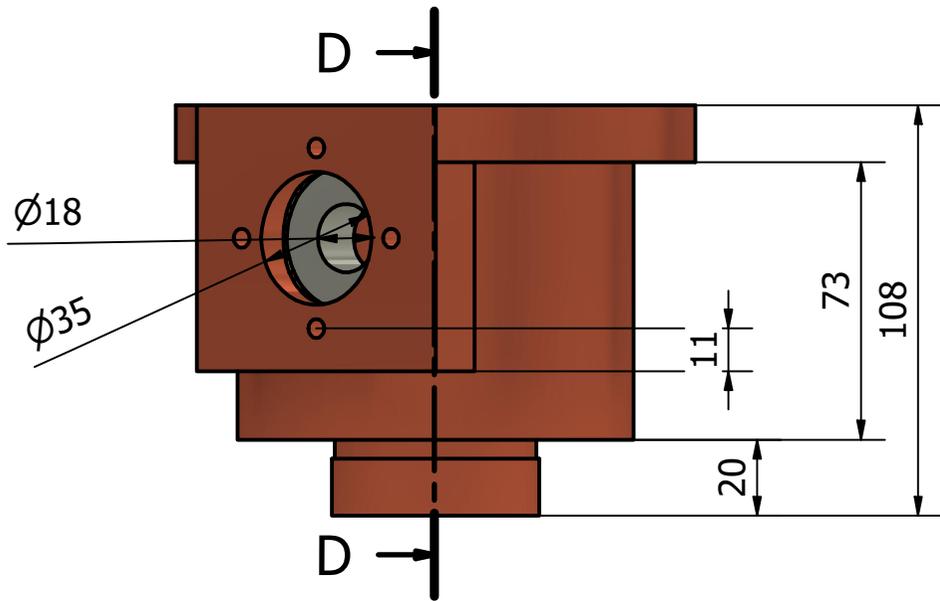
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN		
Alumno: A. Cobeña Alumno: M. Macias		
MATERIA INTEGRADORA		Lámina: 16
ESCALA: 1:6 PAO 2-2021		<b>CARRO TRANSVERSAL</b>



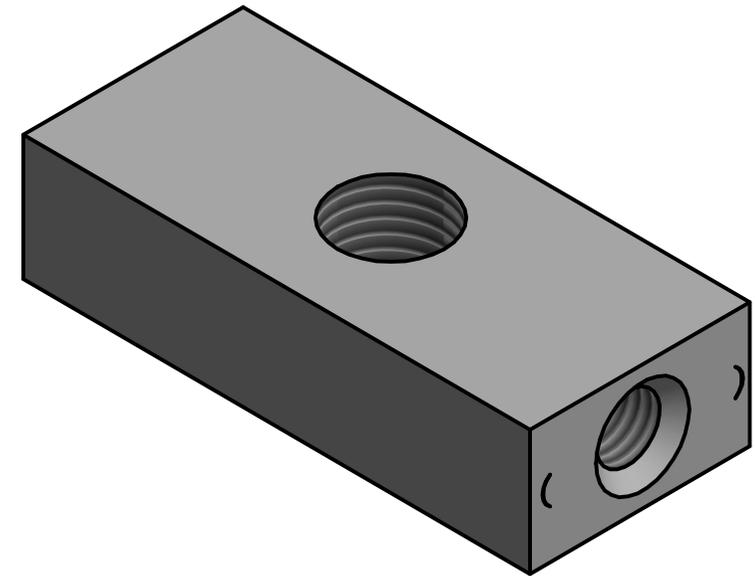
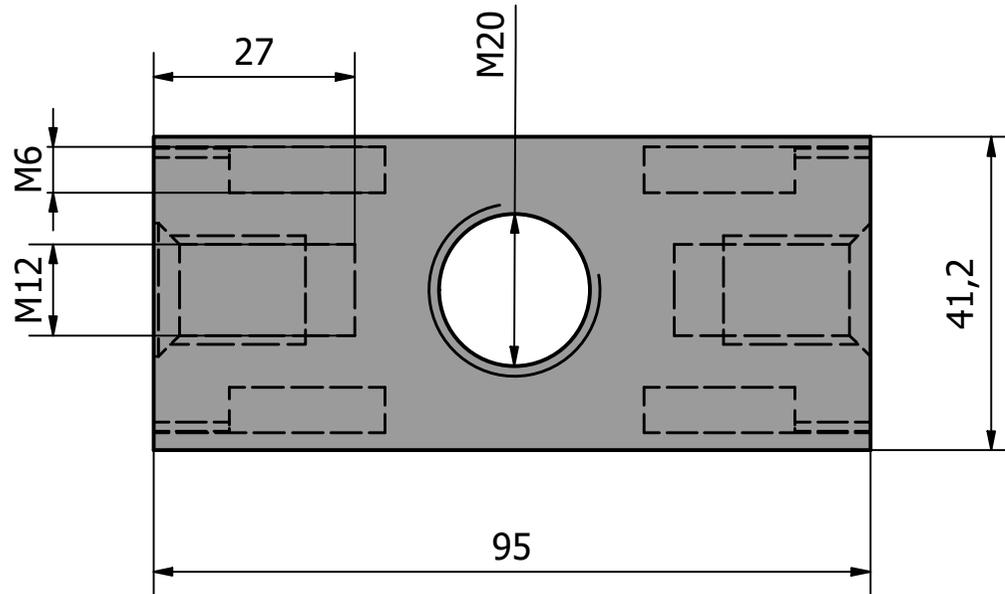
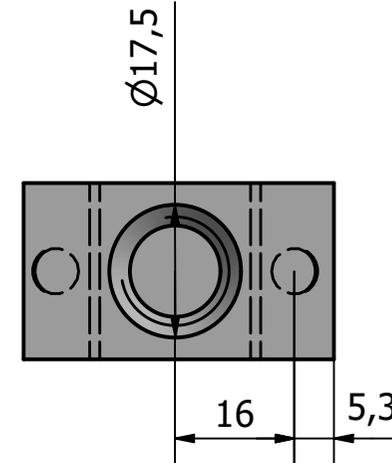
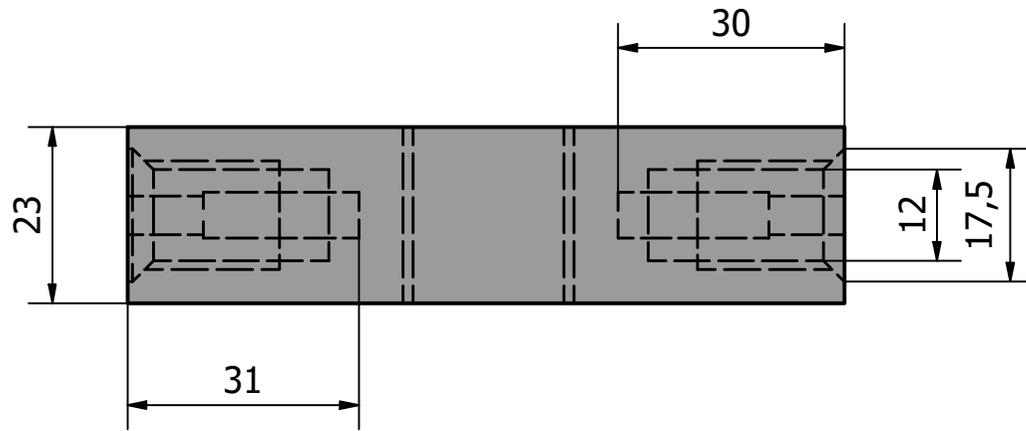
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN			
		Alumno:	M. Macias
		MATERIA INTEGRADORA	Lámina: 17
ESCALA: 1:6 PAO 2-2021		<b>BANCADA PRINCIPAL</b>	



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN			
		Alumno:	A. Cobeña
		Alumno:	M. Macias
		Lámina:	18
		MATERIA INTEGRADORA	
		BANCADA	
ESCALA: 1:10 PAO 2-2021			



ESCUOLA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN			
		Alumno:	A. Cobeña
		Alumno:	M. Macias
		Lámina:	19
		MATERIA INTEGRADORA	
		MECANISMO VERTICAL	
ESCALA: 1:2 PAO 2 2021			



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN			
		Alumno:	A. Cobeña
		Alumno:	M. Macias
		Lámina:	20
		MATERIA INTEGRADORA	
		ESLABON	
ESCALA: 1 : 1 PAO 2 -2021			