



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**EXTENSIÓN LA MANÁ**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“Implementación de un módulo didáctico para determinar la resistencia mecánica de los materiales para el laboratorio de la Universidad Técnica De Cotopaxi Extensión La Maná”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniería Electromecánico CIYA

**AUTORES:**

Cañizares Macias Alexander Mesias

Choez Valencia Jainer Alejandro

**TUTOR:**

PhD. Yoandrys Morales Tamayo´

**LA MANÁ-ECUADOR**

**AGOSTO-2023**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros Cañizares Macias Alexander Mesias y Choez Valencia Jainer Alejandro, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **“Implementación de un módulo didáctico para determinar la resistencia mecánica de los materiales para el laboratorio de la Universidad Técnica De Cotopaxi Extensión La Maná”**, siendo el PhD. Yoandrys Morales Tamayo, tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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



Cañizares Macias Alexander Mesias  
C.I: 050448525-1



Choez Valencia Jainer Alejandro  
C.I: 055028807-0

## AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

**“Implementación de un módulo didáctico para determinar la resistencia mecánica de los materiales para el laboratorio de la Universidad Técnica De Cotopaxi Extensión La Maná”**, Cañizares Macias Alexander Mesias y Choez Valencia Jainer Alejandro, de la Carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas - CIYA de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, agosto 2023



PhD. Yoandrys Morales Tamayo  
**TUTOR**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná, y por Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA por cuanto los postulantes Jainer Alejandro Choez Valencia y Alexander Mesias Cañizares Macias, con el título de Proyecto de Investigación: **“Implementación de un módulo didáctico para determinar la resistencia mecánica de los materiales para el laboratorio de la Universidad Técnica De Cotopaxi Extensión La Maná”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del proyecto.

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

La Maná, agosto del 2023

Para constancia firman:

Ing. MSc. Hidalgo Osorio Willian Armandro  
C.I:050265788-5  
LECTOR 1 (PRESIDENTE)

Ing. MSc. Corrales Bonilla Johnatan Israel  
C.I: 050314551-8  
LECTOR 2 (MIEMBRO)

Ing. MSc. Paredes Anchatipan Alex Darwin  
C.I:050361493-5  
LECTOR 3 (SECRETARIO)

## AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecemos a dios por un día más de vida y salud, también agradecemos a nuestros padres por habernos brindado su apoyo incondicional y ser las personas que nos ayudaron a cumplir nuestros sueños, agradecemos a los docentes de nuestra querida Universidad Técnica de Cotopaxi por haber compartido sus conocimientos a lo largo de nuestra formación académica, a nuestro tutor el PhD. Yoandrys Morales Tamayo por guiarnos con sus conocimientos a lo largo de la realización de este proyecto de investigación y agradecer nuestros compañeros que estuvieron apoyándonos en los malos y buenos momentos.

*Alexander & Alejandro.*

## **DEDICATORIA**

*El presente trabajo se lo dedico a mi familia por brindarme su apoyo incondicional durante toda esta etapa de formación académica*

**Alexander.**

*El presente trabajo se lo dedico a mis padres y hermanos por todo el apoyo que me brindaron durante esta etapa de formación académica permitiéndome alcanzar una meta más de mis tantas metas anheladas.*

**Alejandro.**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.

## FACULTAD DE LA INGENIERIA Y APLICADAS.

**TÍTULO:** “Implementación de un módulo didáctico para determinar la resistencia mecánica de los materiales para el laboratorio de la Universidad Técnica De Cotopaxi Extensión La Maná”

### **Autores:**

Cañizares Macias Alexander Mesias

Choez Valencia Jainer Alejandro

### **RESUMEN**

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal construir un módulo didáctico para el análisis de la resistencia mecánica de los materiales, con el propósito de brindarles a los estudiantes una herramienta para así poder aplicar los conceptos aprendidos en el aula de clases mediante la realización de prácticas. Para la construcción del módulo se procedió a realizar investigación bibliográfica, el módulo didáctico está construido a través de un sistema hidráulico y para la estructura utilizamos materiales y elementos como: barra redonda de acero, planchas de acero, bomba hidráulica, válvulas hidráulicas, cilindro hidráulico, mangueras de presión, filtros, motor eléctrico y un depósito para el fluido hidráulico. El diseño del módulo didáctico se realizó utilizando un software de diseño de máquinas el cual se empleó el sistema de simulación por el método de elementos finitos, y así poder elegir los materiales adecuados para la fabricación del módulo. Los resultados obtenidos en esta investigación fueron los esperados, se realizó ensayos destructivos por tracción a un material metálico el cual al aplicarle la fuerza necesaria llego a su punto de ruptura. El módulo fue diseñado en base a la máquina de ensayo universal y logramos obtener los mismos resultados mediante la realización de pruebas.

**Palabras claves:** resistencia de materiales, motor, software, ensayos de tracción.

# **TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI.**

## **FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES – CIYA.**

**TITLE:** "Implementation of a didactic module to determine the mechanical resistance of materials for the laboratory of the Technical University of Cotopaxi Extension La Maná"

**Author:**

Cañizares Macias Alexander Mesias.

Choez Valencia Jainer Alejandro.

### **ABSTRACT**

The main objective of this research work is to build a didactic module for the analysis of the mechanical resistance of materials, with the purpose of providing students with a tool to be able to apply the concepts learned in the classroom by carrying out practices. For the construction of the module, bibliographic research was carried out, the didactic module is built through a hydraulic system and for the structure we use materials and elements such as: round steel bar, steel plates, hydraulic pump, hydraulic valves, hydraulic cylinder, pressure hoses, filters, electric motor and a tank for hydraulic fluid. The design of the didactic module was carried out using a machine design software which used the simulation system by the finite element method, and thus be able to choose the appropriate materials for the manufacture of the module. The results obtained in this investigation were as expected, destructive tensile tests were carried out on a metallic material which, when applying the necessary force, reached its breaking point. The module was designed based on the universal testing machine and we managed to get the same results by performing tests.

**Keywords:** resistance of materials, motor, software, tensile tests.



## ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT .....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xvi
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2. RESUMEN DEL PROYECTO .....	2
3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	2
4. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	2
5. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	3
5.1. Beneficiarios Directos .....	3
5.2. Beneficiarios Indirectos.....	3
6. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	4
7. OBJETIVOS:.....	4
7.1. Objetivo General .....	4
7.2. Objetivos Específicos .....	4
8. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS:.....	5
9. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	6
9.1. RESISTENCIA MECÁNICA DE LOS MATERIALES .....	6
9.2. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES .....	6
9.3. Tipos de propiedades de los materiales.....	6
9.3.1. Propiedades físicas de los materiales.....	6
9.3.2. Propiedades químicas de los materiales .....	8
9.3.3. Propiedades mecánicas de los materiales .....	8
9.4. Los materiales .....	9
9.5. Clasificación de los materiales .....	10

9.6.	Ensayos mecánicos de los materiales.....	10
9.7.	Tipos de ensayos a materiales .....	11
9.8.	Ensayos de compresión .....	11
9.9.	Ensayos de flexión .....	12
9.9.1.	Tipos de materiales a los que se aplican los ensayos de resistencia a la flexión	13
9.10.	Ensayos de tracción.....	13
9.10.1.	Propiedades que se miden en los ensayos de tracción de los metales .....	14
9.10.2.	Probetas para realizar ensayos mecánicos por tracción.....	15
9.11.	Máquina para realizar ensayos mecánicos por tracción, compresión y flexión. ...	16
9.12.	Cilindro hidráulico doble efecto.....	17
9.13.	Bomba hidráulica .....	19
9.13.1.	Tipos de bombas más importantes: .....	19
9.14.	Válvula de control direccional .....	21
9.14.1.	Válvula direccional 4/2:.....	21
9.15.	Manómetro de presión.....	22
9.16.	Fluido para el sistema hidráulico .....	23
9.16.1.	Influencia de los fluidos hidráulicos sobre el rendimiento del sistema.....	23
9.17.	Tanque de almacenamiento del fluido hidráulico. ....	24
9.18.	Mangueras hidráulicas.....	25
9.18.1.	Tipos de mangueras hidráulicas. ....	25
10.	PREGUNTAS CIENTIFICAS: .....	27
10.1.	Pregunta científica.....	27
11.	METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL: .....	27
11.1.	Localización. ....	27
11.2.	Investigación exploratoria.....	28

11.3.	Investigación Bibliográfica. ....	28
11.4.	Investigación Descriptiva. ....	28
12.	Descripción del proyecto .....	28
12.1.	Selección del cilindro hidráulico.....	28
12.1.1.	Cálculos de las selecciones del émbolo.....	29
12.1.2.	Cálculo de la presión necesaria para aplicar la carga .....	29
12.1.3.	Cálculo de la velocidad de salida y retorno del cilindro.....	30
12.1.4.	Cálculo de salida y entrada del caudal .....	30
12.1.5.	Cálculo de la potencia requerida por la bomba .....	31
12.1.6.	Cálculo del motor eléctrico.....	31
12.2.	Para la selección del tanque reservorio de fluido hidráulico.....	32
12.3.	Selección del material para de la estructura. ....	32
12.4.	Selección del fluido hidráulico.....	33
12.5.	Selección de mangueras para el sistema hidráulico. ....	34
13.	PROCEDIMIENTOS PARA ANALISIS DE RESISTENCIA POR TRACCIÓN ..	35
14.	ANALIS DE RESULTADOS .....	38
14.1.	RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA SIMULACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA. ....	40
14.2.	DISEÑO DEL MÓDULO DIDÁCTICO PARA EL ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA MECÁNICA DE LOS MATERIALES.....	41
15.	IMPACTOS .....	43
15.1.	Impacto social .....	43
15.2.	Impacto económico .....	43
15.3.	Impacto técnico .....	43
15.4.	Impacto ambiental .....	43
16.	PRESUPIUESTO DEL PROYECTO .....	44

17.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	45
17.1.	Conclusiones .....	45
17.2.	Recomendaciones.....	45
18.	Bibliografía.....	46
19.	ANEXOS .....	49

## ÍNDICES DE TABLAS

Tabla 1: Beneficiarios directos .....	3
Tabla 2: Matriz de Objetivos .....	5
Tabla 3: Características de la máquina .....	17
Tabla 4: Descripción del acero ASTM A 36. ....	33
Tabla 5: Velocidades de flujo .....	34
Tabla 6: Fuerzas aplicadas para la realización del ensayo .....	38
Tabla 7: Especificaciones del módulo didáctico .....	42
Tala 8: Gasto general .....	44

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Curva de tensión versus deformación en ensayo de compresión.....	12
Figura 2: Curva característica de los ensayos por flexión.....	13
Figura 3: Curva de tensión versus deformación en ensayo de tracción.....	15
Figura 4: Tipos de probetas .....	15
Figura 5: Máquina universal de ensayos .....	16
Figura 6: Cilindro hidráulico doble efecto .....	18
Figura 7: Pares de un cilindro hidráulico doble efecto.....	18
Figura 8: Bomba de engranes 5047606 Bezares. ....	19
Figura 9: Bomba de pistones 5040606 Bezares. ....	20
Figura 10: Bomba de engranes G101 Bezares. ....	20
Figura 11: Bomba de paletas simple DT6C Bezares.....	20
Figura 12: Bomba de clutch CP124 Permco. ....	21
Figura 13: Válvula manual 4/2. ....	22
Figura 14: Manómetro de presión .....	23
Figura 15: Tanque de almacenamiento de fluido. ....	24
Figura 16: Mangueras hidráulicas de baja presión. ....	25
Figura 17: Mangueras hidráulicas de mediana presión. ....	26
Figura 18: Mangueras hidráulicas de alta presión. ....	26
Figura 19: Mangueras hidráulicas de muy alta y extrema presión.....	27
Figura 20: Simulación de tensión de von mises .....	40
Figura 21: Simulación de análisis estático por desplazamiento .....	40
Figura 22: análisis estático por deformación unitaria.....	41
Figura 23: diseño del módulo didáctico .....	43

## IMAGENES

Imagen 1: Calibración de la máquina. ....	35
Imagen 2: Preparacion del software Horizon donde se graficara la curva. ....	36
Imagen 3: Preparación de las probetas. ....	36
Imagen 4: Ubicación de las probetas en las mordazas de sujeción de la máquina.....	37
Imagen 5: Una vez empezado en ensayos podemos ver cuanta fuerza ejerce.....	37
Imagen 6: La curva del resultado se da en referencia a la siguiente. ....	38
Imagen 7: Probeta en su punto de ruptura .....	39
Imagen 8: Curva del ensayo realizado.....	39

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Datos del docente tutor .....	49
Anexo 2: Datos del primer estudiante investigador.....	56
Anexo 3: Datos del segundo estudiante investigador.....	57
Anexo 4: Fotografías del proceso de elaboración del modulo .....	60
Anexo 5: Encuesta .....	62
Anexo 6: Manual de mantenimiento .....	65
Anexo 7: Planos del módulo didáctico .....	67
Anexo 8: Certificación de antiplagio.....	58



## 1. INFORMACIÓN GENERAL

**Título del Proyecto:** “IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA MECÁNICA DE LOS MATERIALES PARA EL LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN”

**Fecha de inicio:** Abril del 2023  
**Fecha finalización:** Agosto del 2023  
**Lugar de ejecución:** Cantón La Maná - provincia Cotopaxi, calle Eugenio Espejo y Gonzalo Albarracín.

**Unidad académica que auspician:** Facultad en Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas (CIYA)

**Carrera que auspicia:** Ingeniería Electromecánica

**Equipo de Trabajo:**

**Tutor del proyecto:** PhD. Yoandrys Morales Tamayo  
**Autores:** Sr. Cañizares Macias Alexander Mesias  
Sr. Choez Valencia Jainer Alejandro

**Área de conocimiento:** Ingeniería, Industria y Construcción

**Línea de investigación:** Procesos industriales

**Sub líneas de investigación de la Carrera:** Diseño, construcción y mantenimiento de elementos, prototipos y sistemas electromecánicos.

**Núcleo disciplinar:** Desarrollo de tecnología y procesos de fabricación.

## **2. RESUMEN DEL PROYECTO**

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal construir un módulo didáctico para el análisis de la resistencia mecánica de los materiales, con el propósito de brindarles a los estudiantes una herramienta para así poder aplicar los conceptos aprendidos en el aula de clases mediante la realización de prácticas. Para la construcción del módulo se procedió a realizar investigación bibliográfica, el módulo didáctico está construido a través de un sistema hidráulico y para la estructura utilizamos materiales y elementos como: barra redonda de acero, planchas de acero, bomba hidráulica, válvulas hidráulicas, cilindro hidráulico, mangueras de presión, filtros, motor eléctrico y un depósito para el fluido hidráulico. El diseño del módulo didáctico se realizó utilizando un software de diseño de máquinas el cual se empleó el sistema de simulación por el método de elementos finitos, y así poder elegir los materiales adecuados para la fabricación del módulo. Los resultados obtenidos en esta investigación fueron los esperados, se realizó ensayos destructivos por tracción a un material metálico el cual al aplicarle la fuerza necesaria llegó a su punto de ruptura. El módulo fue diseñado en base a la máquina de ensayo universal y logramos obtener los mismos resultados mediante la realización de pruebas.

## **3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

El siguiente proyecto de investigación se desarrollará en el laboratorio de la Universidad Técnico de Cotopaxi extensión La Maná ya que no cuenta con un módulo para la realización de prácticas sobre la resistencia mecánica de los materiales.

## **4. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

La implementación de un módulo didáctico permitirá mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes de la Universidad Técnica De Cotopaxi Extensión La Maná, específicamente para aquellas carreras que tengan la misma similitud con electromecánica. Al proporcionar a los estudiantes un entorno de laboratorio bien equipado y una metodología práctica para determinar la resistencia mecánica de los materiales, se fomentará el aprendizaje activo, el razonamiento científico y el desarrollo de habilidades técnicas relevantes.

Para determinar la resistencia mecánica de los materiales también se puede fomentar la investigación y el desarrollo en el campo de la ingeniería de materiales. Los estudiantes y profesores tendrán la oportunidad de aplicar los conceptos y principios aprendidos en el aula,

fortaleciendo así su comprensión y capacidad para resolver problemas reales en el campo de la ingeniería y disciplinas afines. Al proporcionar a los estudiantes un módulo didáctico específico sobre este tema, la Universidad Técnica de Cotopaxi les estará brindando una preparación práctica para enfrentar los desafíos del mundo laboral.

La determinación de la resistencia mecánica de los materiales puede facilitar la colaboración y el intercambio de conocimientos entre la universidad y la industria. Los estudiantes pueden beneficiarse de la experiencia y los recursos de empresas y organizaciones relacionadas con la ingeniería de materiales, y a su vez, la universidad puede establecer relaciones sólidas con la industria y mantenerse al tanto de las tendencias y avances tecnológicos.

## 5. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

### 5.1. Beneficiarios Directos

Los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, son los beneficiarios principales del proyecto. El principal objetivo es brindarles a los estudiantes la oportunidad de realizar prácticas en el módulo didáctico donde podrán realizar análisis sobre la resistencia mecánica de los materiales (metales) demostrando los conocimientos adquiridos durante su formación académica. Esta experiencia les permitirá integrar de manera eficiente los aspectos teóricos de la asignatura logrando enriquecer su aprendizaje.

**Tabla 1:** Beneficiarios directos

<b>Beneficiarios Directos</b>	
Hombres	170
Mujeres	29
Total	199

**Fuente:** Alexander & Alejandro

### 5.2. Beneficiarios Indirectos

Los estudiantes de las unidades educativas (con especialidad) en la ciudad de La Maná, son los beneficiarios indirectos de este proyecto. La implementación del módulo didáctico para el análisis de la resistencia mecánica de los materiales tiene como objetivo principal incentivar a

los estudiantes a realizar prácticas supervisadas por profesionales capacitados en el área. Con esto se busca motivar a los estudiantes fomentando su desarrollo académico en esta disciplina.

## **6. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

La resistencia mecánica de los materiales es un tema fundamental en la ingeniería y la construcción, ya que permite determinar la capacidad de los materiales para soportar cargas y deformaciones sin sufrir daños permanentes. A pesar de la importancia de este tema, aún existen muchas incertidumbres y desafíos en la determinación precisa de la resistencia mecánica de los materiales, especialmente en situaciones extremas como altas temperaturas o cargas dinámicas.

Por lo tanto, el planteamiento del problema consiste en analizar la resistencia mecánica de diferentes materiales en condiciones controladas de carga y deformación, con el objetivo de determinar sus propiedades mecánicas y establecer modelos predictivos precisos para su comportamiento en diferentes situaciones. Consiste en desarrollar un enfoque integral y multidisciplinario para comprender y predecir el comportamiento de los materiales en diferentes situaciones de carga y deformación.

## **7. OBJETIVOS:**

### **7.1.Objetivo General**

- Implementar un módulo didáctico para determinación la resistencia mecánica de los materiales en el laboratorio de la Universidad Técnica De Cotopaxi Extensión La Maná, con el fin de mejorar la experiencia educativa de los estudiantes fortaleciendo su formación en ingeniería y ciencias aplicadas.

### **7.2.Objetivos Específicos**

- Investigas anexos bibliográficos referentes a la resistencia mecánica de los materiales.
- Diseñar el módulo didáctico para determinar la resistencia mecánica de los materiales, usando software SolidWorks que cuenta con una licencia estudiantil.
- Elaboración del módulo didáctico para el análisis de la resistencia mecánica de los materiales.

## 8. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS

### PLANTEADOS:

**Tabla 2:** Matriz de Objetivos.

<b>Objetivos</b>	<b>Actividad</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Descripción de la actividad (Técnicas e instrumentos)</b>
Investigas anexos bibliográficos referentes a la resistencia mecánica de los materiales.	Revisar en sitios web, en libros y artículos científicos.	Recopilación y análisis de la información necesaria para llevar acabo el diseño e implementación.	Informes y documentos web
Diseñar el módulo didáctico para determinar la resistencia mecánica de los materiales, usando el software SolidWorks con licencia estudiantil.	Diseño del modelo de maquina utilizando un software de elementos finitos.	Modelado del diseño de la maquina terminado.	Metodología descriptiva.
Elaboración del módulo didáctico para el análisis de la resistencia mecánica de los materiales.	Construcción del módulo.	Adquisición de los materiales necesarios para la construcción de la máquina. Cotización de proformas de los materiales.	Metodología investigativa.
Elaboración de guías prácticas.	Comprobación del funcionamiento de la máquina que sirve para el análisis de la resistencia mecánica de los materiales.	Funcionamiento esperado de la maquina cumple con el objetivo	Metodología experimental.

**Fuente:** Alexander & Jainer (2023)

## **9. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA**

### **9.1.RESISTENCIA MECÁNICA DE LOS MATERIALES**

La resistencia mecánica se refiere a la capacidad que tienen los objetos para resistir fuerzas aplicadas sin sufrir dañarse o fracturarse. Esta resistencia depende de factores como el material del cuerpo y su geometría. El coeficiente de seguridad es un parámetro utilizado para evaluar la resistencia mecánica de un objeto, el cual indica el margen de seguridad entre la carga máxima que puede soportar y la carga de trabajo prevista. [1]

La disciplina de la Resistencia de Materiales emplea datos sobre el material, la geometría y las fuerzas aplicadas para desarrollar modelos matemáticos que permiten analizar la resistencia mecánica de los objetos. A través de estos modelos, se pueden realizar cálculos y análisis para determinar cómo responderá un cuerpo ante diferentes cargas y condiciones. [1]

El ensayo de tracción es una de las pruebas más comunes que se utiliza para evaluar la resistencia mecánica de un material. Se realiza utilizando una muestra o probeta con una geometría normalizada, y sometiéndola a fuerzas de tracción hasta que se produce la fractura. Este ensayo proporciona información valiosa sobre las propiedades mecánicas del material, permitiendo su caracterización y el diseño seguro de componentes y estructuras. [1]

### **9.2.PROPIEDADES DE LOS MATERIALES**

Las propiedades de los materiales son factores que influyen cualitativa o cuantitativamente en la respuesta de un determinado material a la imposición de estímulos y restricciones, por ejemplo, fuerzas, temperatura, etc. Estas propiedades nos indican si un material es adecuado o inadecuado para un uso industrial concreto. En otras palabras, cuando hacemos referencia a las propiedades de un material, hablamos de características que podemos percibir, medir o probar. [2]

### **9.3.Tipos de propiedades de los materiales**

#### **9.3.1. Propiedades físicas de los materiales**

Las propiedades físicas de los materiales son características que pueden ser medidas y observadas sin alterar el material o sustancia. Estos atributos pueden ser: [3]

**Color**

Existen materiales con un color característico debido para poder identificarlos de una manera más sencilla. Un ejemplo de esto son los materiales metálicos como el cobre y el bronce que cuentan con una coloración específica. También existen materiales incoloros como el plástico que deben ser sometidos a procesos de pigmentación para poder darles color. [3]

**Peso específico**

El peso específico de un material está definido como la relación que existe entre el peso de la sustancia y el volumen que ocupa. Los materiales que cuentan con un peso específico pequeño son materiales livianos, mientras que los materiales con pesos específicos altos son mucho más pesados, por ejemplo, existen metales con poco peso como el aluminio usado comúnmente para fabricar piezas de bicicletas, también existen metales con un mayor peso como el plomo usado como lastre para equipos de buceo. [3]

**Conductividad térmica**

La conductividad térmica es la capacidad que poseen las sustancias para transmitir el calor a través de ella. Si un material cuenta con una buena conductividad térmica, entonces su valor será alto, por ejemplo, el cobre y el aluminio se usan para fabricar intercambiadores de calor. Por el contrario, si tiene un valor bajo de conductividad térmica significa que tiende a ser deficiente al momento de transmitir calor, por ejemplo, los plásticos se utilizan como aislantes térmicos en viviendas. [3]

**Conductividad eléctrica**

La conductividad eléctrica es la habilidad que poseen los materiales de conducir la electricidad por ejemplo metales como el cobre y el aluminio son usados para la fabricación de cables gracias a que su conductividad eléctrica es alta, mientras que en los plásticos ocurre lo contrario son malos conductores eléctricos y se usan como aislantes eléctricos. [3]

**Dilatación térmica**

La dilatación térmica se refiere al cambio de las dimensiones de un material al ser sometido a variaciones de temperatura. Los plásticos tienen una estructura química que les otorga un coeficiente de dilatación térmica mayor con respecto al de los metales. [3]

### **Temperatura de fusión**

La temperatura de fusión se da cuando un materia experimenta un cambio de estado o de fase, es decir cuando ocurre la transición de sólido a líquido. Esta magnitud puede variar significativamente de una sustancia a otra, por ejemplo, en los plásticos la temperatura de fusión es más baja (suele estar entre los 250 °C) mientras que en los metales la temperatura de fusión es más alta (por encima de los 340 °C en el caso del plomo). [3]

### **9.3.2. Propiedades químicas de los materiales**

Las propiedades químicas de los materiales se refieren a cómo reaccionan o interactúan con otras sustancias a nivel molecular y atómico. Estas propiedades nos ayudan a comprender como se comportan los materiales en diferentes entornos y procesos.

#### **Resistencia a la oxidación**

Es la capacidad que tienen los materiales para no reaccionar en presencia de oxígeno y formar los óxidos correspondientes, lo que acaba produciendo su rotura. La mayoría de metales tienen una gran tendencia a oxidarse, mientras que los materiales plásticos, vidrios o cerámicos resisten muy bien la oxidación. [4]

#### **Resistencia a la corrosión**

Los ácidos y compuestos cáusticos pueden producir deterioro y graves daños en los materiales, específicamente en aquellos que se encuentran en la intemperie. Los plásticos y vidrios por ejemplo son materiales resistentes a la corrosión, por lo que son utilizados para almacenar compuestos corrosivos. [4]

### **9.3.3. Propiedades mecánicas de los materiales**

Las propiedades mecánicas de los materiales se refieren a cómo responden a fuerzas externas y cómo se comportan bajo diferentes cargas y condiciones. Estas propiedades son críticas para determinar la idoneidad de un material en aplicaciones y específicas para garantizar su integridad estructural.

#### **La elasticidad.**

Es la capacidad que presentan algunos materiales para recuperar su forma original tras deformarse al aplicar una fuerza externa. [5]



**La dureza.**

Se trata de la capacidad que presenta un metal para resistir una perforación. Mientras el metal sea más duro el cambio de forma será mínimo. Podemos incrementar la dureza de un material a través procesos de endurecimiento o tratamiento térmico. [5]

**La maleabilidad.**

Es la capacidad que tiene algunos materiales para soportar golpes de herramientas como un martillo o también soportar procesos de prensados. [5]

**La fragilidad.**

Es la capacidad que tiene algunos materiales de romperse con mayor facilidad, sufriendo poca o nula deformación. La fragilidad y la dureza tienen una estrecha relación, un metal duro será menos frágil que un metal blando. [5]

**La resistencia.**

Es la capacidad del metal para soportar fuerzas aplicadas. Los metales utilizados como, por ejemplo, las vigas que se utilizan en la estructura de los puentes, los cables de ascensores deben destacar por su alta resistencia. [5]

**La ductilidad.**

Es la capacidad que tiene un metal para estirarse sin que se provoque una rotura. Por ejemplo, el cobre es un metal dúctil que gracias a esta característica se puede transformar fácilmente en alambre. [5]

**9.4. Los materiales**

Los materiales son sustancias que se encuentran en la naturaleza y pueden ser extraídos para la obtención de materia prima mediante procesos físicos y químicos. También, dentro de los materiales encontramos los sintéticos y artificiales. Los materiales son importantes para el desarrollo de las labores en cualquier ámbito, ya que pueden facilitar las tareas dentro de cada campo. [6]

## **9.5. Clasificación de los materiales**

### **Materiales Metálicos**

Estos materiales son usados para la construcción de estructuras resistentes. Pueden ser moldeados mediante distintos procesos, entre ellos están los procesos térmicos. Aunque, existen metales que pueden ser transformados por químicos y bajas temperaturas. [7]

### **Materiales Cerámicos**

Son los elementos que se fabrican a partir de materiales terrosos cocidos. Como materia prima tenemos la arcilla (la que otorga consistencia) o caolín (que es un tipo de arcilla muy pura y le aporta color blanco y textura fina) que, una vez moldeada, se someten a un proceso de secado y cocción posterior porque les ayuda en la pérdida de agua y los convierte en materiales duros pero frágiles. Por ejemplos los ladrillos o tejas [7]

### **Polímeros**

Son macromoléculas (generalmente orgánicas) están formados por la unión de moléculas más pequeñas llamadas monómeros, los polímeros pueden ser de origen natural o sintético. [7]

### **Materiales compuestos**

Son aquellas combinaciones de dos o más elementos, naturales o artificiales, que permiten conseguir, propiedades que no se pueden obtener con los materiales originales. Por ejemplo, son fabricados con el fin características específicas como mayor rigidez, resistencia, menor peso, mejor rendimiento a temperaturas altas, mayor resistencia a la corrosión, mayor dureza y una conductividad adecuada. [7]

## **9.6. Ensayos mecánicos de los materiales**

Mediante el ensayo de materiales, podemos verificar determinadas propiedades de éstos, tales como la resistencia, la tenacidad, la dureza, la consistencia en frío y en caliente, o bien se los realiza para aproximar las condiciones en que un material debe comportarse en servicio o su aplicación, estas propiedades mecánicas se valoran con exactitud mediante ensayos mecánicos. Los ensayos mecánicos son destructivos pueden ser por tracción, compresión o flexión y tienen como objetivo:

- Mediante la realización de estos ensayos se busca conocer las características elásticas y de resistencia de los materiales.

- También nos ayuda a determinar las tensiones que se desarrollan en las piezas terminadas o en prototipos reducidos, cuando son sometidos a esfuerzos análogos.

### **9.7. Tipos de ensayos a materiales**

#### **9.8. Ensayos de compresión**

El ensayo de compresión es una técnica utilizada en el estudio del comportamiento de materiales cuando son sometidos a fuerzas o cargas de compresión. Aunque es menos común que el ensayo de tracción, se aplica especialmente en probetas de materiales que estarán sujetos a fuerzas de compresión, como el hormigón o la fundición, e incluso en piezas ya terminadas. [8]

El ensayo se realiza en una máquina universal de ensayos, utilizando generalmente una probeta cilíndrica del material. Durante el ensayo, se realiza el registro de la curva de tensión aplicada en función de la deformación longitudinal unitaria producida. Esto se lleva a un cabo de manera similar al ensayo de tracción. En la (figura 1) se muestra la curva de tensión versus deformación, Sin embargo, es importante tener en cuenta que, en compresión, las tensiones y deformaciones se consideran negativas, lo que lleva a que el gráfico se sitúe en el tercer cuadrante. [8]

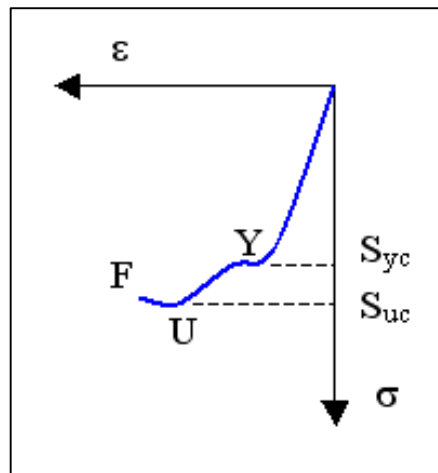
A partir de la curva que se muestra en la (figura 1), podemos definir tres puntos característicos principales:

**Y: Límite de fluencia:** punto a partir del cual se producen deformaciones plásticas permanentes, correspondiente a la tensión [8]

**U: Límite de resistencia última o límite de rotura:** punto en el que se alcanza la tensión máxima de compresión [8]

**F: Punto de fractura:** es el punto en el que se produce la fractura de la probeta. [8]

**Figura 1:** Curva de tensión versus deformación en ensayo de compresión.



Fuente: [8]

### Probetas para ensayos de compresión.

Las probetas para realizar ensayos de compresión deben ser cilíndricas pueden ser de cualquier material.

### 9.9. Ensayos de flexión

El ensayo de flexión es una técnica empleada para evaluar la capacidad de los materiales para resistir la flexión y analizar otras propiedades cruciales en la investigación de nuevos materiales. Según la configuración del soporte de la muestra y el número de puntos de aplicación de la fuerza, se pueden distinguir tres tipos principales de ensayos de flexión: [9]

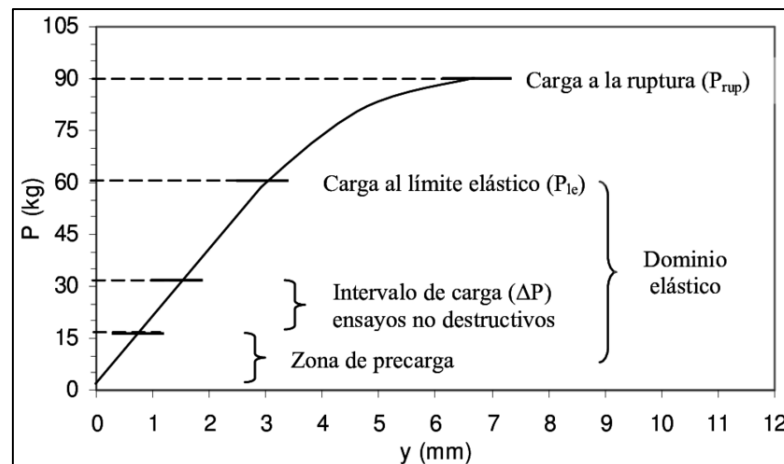
- Ensayo de flexión en 1 punto.
- Ensayo de flexión en 3 puntos.
- Ensayo de flexión en 4 puntos.

Cada uno de estos ensayos tiene sus propias ventajas y aplicaciones específicas en la caracterización de la resistencia y el comportamiento mecánico de los materiales ante la carga y la flexión. Estas pruebas son fundamentales para el desarrollo de nuevos materiales y la mejora de sus propiedades, lo que conduce a avances significativos en diversos campos de la ciencia y la ingeniería. [9]

A partir de la curva que se muestra en la (figura 2), podemos definir los puntos característicos principales de los ensayos de flexión:

- Zona de precarga.
- Intervalo de carga ensayos no destructivos.
- Carga al límite elástico.
- Carga a la ruptura.

**Figura 2:** Curva característica de los ensayos por flexión.



Fuente: [10]

### 9.9.1. Tipos de materiales a los que se aplican los ensayos de resistencia a la flexión

Los ensayos de flexión se llevan a cabo en materiales que tienen una ductilidad suficientemente alta, principalmente en metales y materiales metálicos, aunque también se aplican a cualquier material que pueda experimentar deformación plástica, como polímeros y plásticos. Estos materiales pueden adoptar diversas formas, pero en los ensayos de flexión, es común que se presenten en láminas, tiras, barras, casquillos o tubos, entre otras formas factibles. Estas configuraciones permiten evaluar la resistencia a la flexión y otras propiedades mecánicas clave, lo que resulta fundamental para el análisis y desarrollo de materiales en diversos campos de aplicación. [9]

### 9.10. Ensayos de tracción

El ensayo de tracción de metales es una técnica utilizada en la ciencia e ingeniería de materiales. Consiste en aplicar una fuerza de tracción unidireccional a una muestra de material (probeta). Durante la prueba, podemos medir la fuerza aplicada y el alargamiento del material para determinar el comportamiento mecánico bajo carga. [11]

Esta prueba nos muestra los defectos del material y también proporciona información valiosa sobre la resistencia a la tracción, el módulo de elasticidad, resistencia a la fluencia, la ductilidad

y otras propiedades mecánicas fundamentales. Son datos importantes para determinar la capacidad del material para distintas aplicaciones, como la construcción de estructuras, maquinaria, automóviles, aeronaves y en muchos otros sectores industriales. [11]

### 9.10.1. Propiedades que se miden en los ensayos de tracción de los metales

- **Fuerza de rendimiento o límite de elasticidad:** la tensión aplicada al material a partir de la cual comienza a producirse la deformación. [11]
- **Resistencia a la tensión:** nos indica la capacidad que tiene un material para resistir el proceso de deformación cuando se aplican cargas. [11]
- **Límite de proporcionalidad:** es el valor de tensión por debajo del cual el alargamiento o deformación del material es directamente proporcional a la carga aplicada. [11]
- **Resistencia a la tracción final:** es el estrés máximo al que se una probeta expone durante las pruebas. La fuerza de tensión final es una de las propiedades más importantes que se puede determinar sobre un material. [11]
- **Punto de fluencia:** es en el cual la deformación del material aumenta sin que la tensión que se aplica se eleve significativamente. Esto ocurre en pocos materiales, como el acero, y generalmente solo bajo cargas de tensión. [11]

A partir de la curva que se muestra en la (figura 3), podemos definir tres puntos característicos principales: [12]

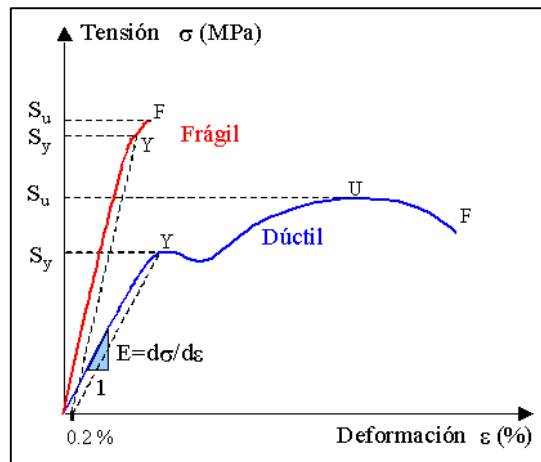
**Y: Límite de fluencia:** punto a partir del cual se producen deformaciones plásticas permanentes. [12]

**U: Límite de resistencia última o límite de rotura:** punto en el que se alcanza la tensión máxima de compresión. [12]

**F: Punto de fractura:** es el punto en el cual se produce la rotura o fractura de la probeta al aplicar una fuerza. [12]

Las tensiones asociadas a los puntos de fluencia y rotura, se conocen como límite de fluencia ( $S_y$ ) y límite de rotura ( $S_u$ ). [12]

**Figura 3:** Curva de tensión versus deformación en ensayo de tracción.



Fuente: [12]

### 9.10.2. Probetas para realizar ensayos mecánicos por tracción

Las probetas para la realización de ensayos a materiales metálicos se obtienen, generalmente por mecanizado de una muestra del producto, o de una muestra moldeada. En el caso de tratarse de productos que tengan una sección constante como barras, pueden ser usadas como probetas las muestras sin mecanizar. La sección de la probeta puede ser de manera circular, cuadrada o rectangular. En la (figura 4) se muestran algunos ejemplos de las probetas. [13]

#### Tipos de probetas

- Probetas redondas de cabeza roscada.
- Probetas redondas de cabeza lisa.
- Probeta plana de cabeza (con y sin taladro) [13]

**Figura 4:** Tipos de probetas



Fuente: [14]

### **9.11. Máquina para realizar ensayos mecánicos por tracción, compresión y flexión.**

#### **Maquina universal de ensayos**

Las máquinas de ensayos universales fueron diseñadas para certificar las propiedades mecánicas de los materiales. Pueden ser accionados por medios electromecánicos o hidráulicos para realizar diferentes tipos de pruebas, como tracción, compresión y flexión. En la (figura 5) se puede observar un ejemplo de una máquina de ensayo universal [16]

Las máquinas de prueba universales son usadas para evaluar materiales como plásticos, metales, elastómeros y compuestos. Esto significa que se utilizan para muchos propósitos y en diferentes industrias, incluidas las industrias: automotriz, aeroespacial, electrónica, de embalaje y biomédica. [16]

Las máquinas de prueba universales son una parte muy importante de cualquier proceso de diseño y fabricación de productos son utilizadas para asegurarse de que los materiales que se utilizan y el producto final pueda cumplir con las especificaciones requeridas. Para garantizar la coherencia entre los diferentes fabricantes, las especificaciones para probar diferentes materiales y productos a menudo se rigen por normas nacionales e internacionales como ISO y ASTM. [16]

#### **AllroundLine, Individual y versátil**

**Figura 5: Máquina universal de ensayos**



**Fuente: [15]**



**Tabla 3:** Características de la máquina

<b>CARACTERISTICAS</b>	
<b>Fuerza de ensayo</b>	De 5kN a 250kN
<b>Tipos de ensayos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensayo de tracción</li> <li>• Ensayo de compresión</li> <li>• Ensayo de flexión</li> </ul>
<b>Campo de aplicación</b>	Aplicaciones de ensayos universales en el rango de fuerzas medio

Fuente: [15]

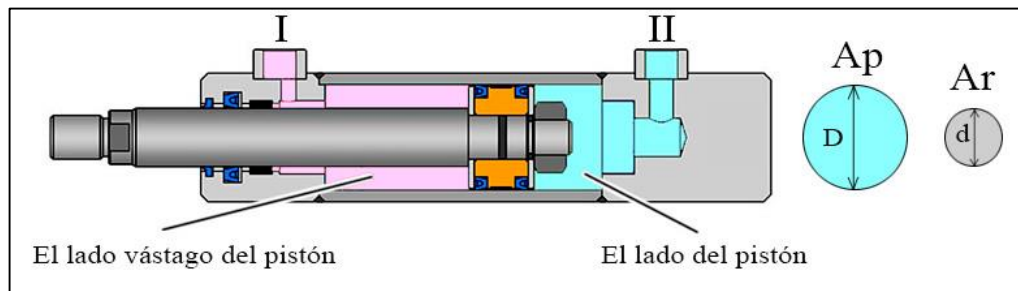
### 9.12. Cilindro hidráulico doble efecto

Un cilindro hidráulico, también conocido como motor lineal, se lo puede definir como un actuador mecánico que es utilizado para ejercer una fuerza a través de un recorrido lineal.

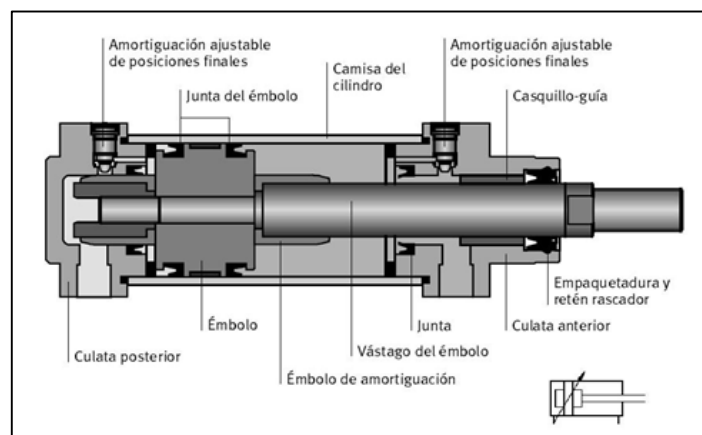
Los cilindros hidráulicos generan su fuerza mediante un fluido hidráulico a presión, generalmente algún tipo de aceite. El cilindro hidráulico consta básicamente de dos partes: un cilindro de barril y un pistón móvil o émbolo conectado a una varilla. El cilindro barril es una estructura cerrada en ambos extremos, con un fondo en un extremo y una cabeza en el otro, el extremo con la cabeza es donde introducimos el pistón, el cual cuenta con un vástago que se extiende desde el pistón a través de una perforación en la cabeza. El interior del pistón está dividido en dos caras: la cámara inferior y la cámara del vástago. Sobre el pistón actúa una presión hidráulica para producir un movimiento lineal. En la (figura 6) se puede observar un cilindro hidráulico doble efecto.

La fuerza máxima es función de la superficie activa del émbolo y de la presión máxima admisible, donde:  $F = P * A$ .

Esta fuerza es constante desde el inicio hasta la finalización de la carrera. La velocidad dependerá del caudal de fluido y de la superficie del pistón. Según las características, el cilindro puede realizar diferentes fuerzas como tracción y/o compresión.

**Figura 6:** Cilindro hidráulico doble efecto

Fuente: [17]

**Partes de un cilindro hidráulico****Figura 7:** Pares de un cilindro hidráulico doble efecto

Fuente: [18]

- Culata posterior
- Amortiguación ajustable de posiciones finales
- Junta del embolo
- Embolo
- Camisa del cilindro
- Embolo de amortiguación
- Vástago del embolo
- Amortiguación ajustable de posiciones finales
- Junta
- Casquillo-Guía
- Culata anterior
- Empaquetadura y reten rascador

Los cilindros hidráulicos de doble efecto proporcionan un mayor control y versatilidad en comparación con los cilindros de simple efecto. La presión hidráulica se utiliza tanto para el movimiento hacia adelante como para el movimiento hacia atrás, lo que permite un control preciso del posicionamiento y una mayor capacidad de carga en ambas direcciones. [18]

### 9.13. Bomba hidráulica

La bomba hidráulica es un componente esencial en los sistemas hidráulicos debido a su papel crucial en garantizar precisión y eficiencia. Su función principal consiste en transformar la energía mecánica proveniente del motor en energía cinética a través del flujo de aceite, medido en galones por minuto (GPM). La cantidad de flujo de aceite determina la velocidad a la que operará el sistema hidráulico. [19]

El funcionamiento de la bomba se basa en la generación de presión, que es necesaria para vencer la resistencia del flujo de fluido en el sistema hidráulico. Cuando la bomba está en funcionamiento, crea un vacío en su entrada, permitiendo que la presión atmosférica fuerce el líquido desde el depósito hacia la línea de entrada de la bomba. Si la bomba está conectada a un sistema hidráulico, el fluido a alta presión se dirigirá hacia la salida de la bomba, proporcionando la presión y dirección necesarias para superar la resistencia de la carga en el sistema. [19]

**Figura 8: Bomba de engranes 5047606 Bezares.**



Fuente: [19]

#### 9.13.1. Tipos de bombas más importantes:

- **Pistones**

Las bombas de pistones resisten presiones altas; son ideales para aplicaciones en las que es necesario variar el flujo sin modificar la velocidad del motor, como las grúas. En la (figura 9) se muestra un ejemplo de una bomba de pistones. [19]

**Figura 9:** Bomba de pistones 5040606 Bezares.

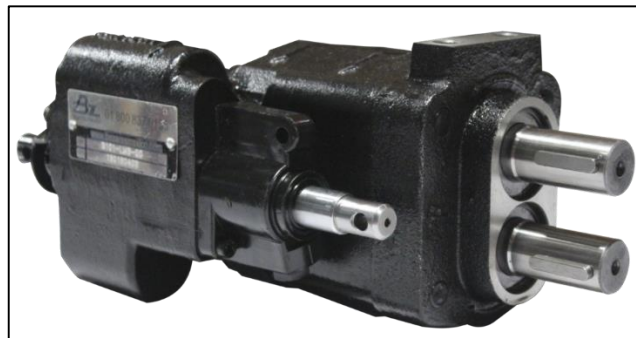


Fuente: [19]

- **Engranés**

Las bombas de engranes son utilizadas para sistemas hidráulicos montados en camión. Son muy económicas y resistentes a la contaminación. En la (figura 10) se muestra un ejemplo de una bomba de engranes. [19]

**Figura 10:** Bomba de engranes G101 Bezares.



Fuente: [19]

- **Paletas**

Las bombas de paletas se usan principalmente en grúas telescópicas y aplicaciones industriales. En la (figura 11) se muestra un ejemplo de una bomba de paletas. [19]

**Figura 11:** Bomba de paletas simple DT6C Bezares.



Fuente: [19]

- **Clutch**

Las bombas de Clutch son perfectas en aplicaciones móviles en las que no existe una abertura para colocar una toma de fuerza, o no es fácil conectarla a la transmisión. En la (figura 12) se muestra un ejemplo de una bomba Clutch [19]

**Figura 12:** Bomba de Clutch CP124 Permco.



Fuente: [19]

#### **9.14. Válvula de control direccional**

En los sistemas hidráulicos, las válvulas de control direccional, también conocidas como válvulas de vías o válvulas direccionales, desempeñan un papel esencial al dirigir el funcionamiento de los actuadores en diferentes direcciones. Estas válvulas permiten o bloquean el flujo de aceite o aire, ya sea en aplicaciones hidráulicas o neumáticas, controlando así el movimiento de los componentes del sistema. [20]

El nombre de este componente ya nos proporciona información sobre sus características, ya que está compuesto por el número de vías y el número de posiciones. El número de vías indica cuántas conexiones tiene la válvula, es decir, cuántas entradas y salidas de fluido o aire puede manejar. Por otro lado, el número de posiciones representa las diferentes maniobras que puede realizar la válvula, es decir, cómo puede dirigir el flujo en función de su configuración. [20]

En los esquemas neumáticos o hidráulicos, estas posiciones se representan mediante cuadrados que indican las uniones internas de la válvula con las diferentes vías y la dirección de circulación del líquido o aire. Cuando una línea sale de una vía y no se conecta a otra, esto representa que esa vía está bloqueada en esa posición. [20]

##### **9.14.1. Válvula direccional 4/2:**

Las válvulas direccionales 4/2 cuentan con vías lo que nos indica cuantas conexiones tiene la válvula es decir cuántas entradas y salidas puede manejar, en este caso cuenta con dos vías al

actuador, permitiendo que en una posición provoque el funcionamiento del actuador en un sentido y en la otra posición provoque el funcionamiento en sentido contrario, ya siendo un cilindro de doble efecto haciendo que en una posición salga el pistón y en la otra entre el pistón del cilindro. En la (figura 13) se observa una válvula direccional 4/2. En el caso que sea un motor hidráulico girará en un sentido al poner la válvula en una posición y girara en sentido contrario al cambiar la válvula de posición. [20]

**Figura 13:** Válvula manual 4/2.



Fuente: [21]

### **9.15. Manómetro de presión**

Un manómetro es un dispositivo utilizado para medir la presión de un fluido en un sistema cerrado, ya sea líquido o gas. También conocido como manómetro de presión, este instrumento se utiliza para medir la presión relativa, que es la diferencia entre la presión absoluta y la presión atmosférica. [22]

Es importante destacar que un manómetro solo puede medir presiones positivas, es decir, aquellas que son mayores que la presión atmosférica. Por lo tanto, no es adecuado para medir presiones negativas. Si se intenta utilizar un manómetro para medir una presión negativa, es probable que el dispositivo se dañe o no funcione correctamente. En la (figura 14) se observa un manómetro de presión. [22]

En resumen, el manómetro es una herramienta valiosa para medir la presión de fluidos en sistemas cerrados, pero es esencial tener en cuenta su limitación de solo medir presiones positivas y no utilizarlo para medir presiones negativas. [22]

**Figura 14:** Manómetro de presión.



Fuente: [23]

### **9.16. Fluido para el sistema hidráulico**

La selección del fluido hidráulico es importante para asegurar el óptimo rendimiento y eficiencia del sistema hidráulico. Cada fluido presenta características específicas, como viscosidad, condiciones de operación y propiedades antidesgaste, que deben ser consideradas al seleccionarlo. [24]

El fluido hidráulico juega un papel fundamental en todos los sistemas hidráulicos, ya que tiene un impacto significativo en aspectos clave para su rendimiento, como la transferencia de potencia, lubricación, disipación de calor, transporte de residuos, prevención de contaminación y formación de lodos. [24]

La selección del fluido hidráulico más adecuado requiere una cuidadosa consideración de las condiciones de operación y los requisitos específicos del sistema. Asimismo, es esencial tener en cuenta las regulaciones y normativas de seguridad y medioambientales vigentes para garantizar el uso responsable y seguro del fluido en el sistema hidráulico. [24]

#### **9.16.1. Influencia de los fluidos hidráulicos sobre el rendimiento del sistema.**

El fluido y los componentes del sistema trabajan en conjunto como una unidad. Su adecuada selección es importante para determinar su eficiencia y vida útil del sistema. El fluido hidráulico posee propiedades que pueden influir en su desempeño como: el tipo, la viscosidad y la calidad. [24]

Si un sistema hidráulico opera con un fluido no adecuado sufre de:

- reducción de la eficiencia,
- falta de lubricación,
- menor vida útil de las partes,
- corrosión, lodos y barnices,
- generación de calor [24]

Además de las propiedades del fluido, el nivel de contaminación es igual de importante para el rendimiento del sistema y la resistencia al desgaste de la bomba y piezas. [24]

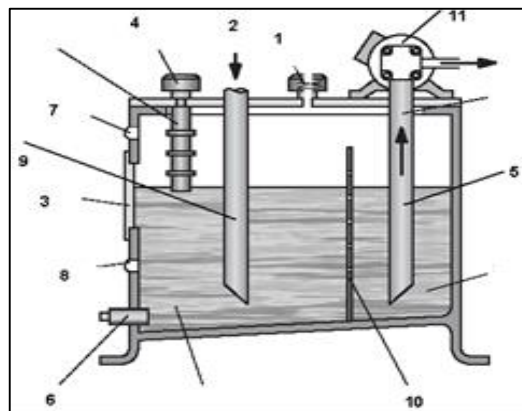
### 9.17. Tanque de almacenamiento del fluido hidráulico.

Cada instalación hidráulica cuenta con un depósito o tanque hidráulico que desempeña múltiples funciones: [25]

La función principal del tanque hidráulico es almacenar el aceite utilizado en el sistema, sin embargo, su papel no se limita únicamente a esto. Además, el tanque también cumple con la tarea de disipar el calor generado en el sistema hidráulico y separar el aire del aceite para evitar problemas de aireación. Es esencial que los tanques estén contruidos con la resistencia y capacidad adecuada para soportar las demandas del sistema y, al mismo tiempo, deben estar diseñados de manera que eviten la entrada de suciedad o contaminantes externos que podrían afectar el rendimiento del sistema. [25]

**Sus principales componentes son:**

**Figura 15:** Tanque de almacenamiento de fluido.



Fuente: [25]

1. Filtro de aire.
2. Empalme de retorno
3. Tapa desmontable.



4. Tornillo de la abertura de llenado, con varilla indicadora de nivel y cesta de tamiz
5. Tubo de aspiración
6. Tornillo de purga de líquido
7. Mirilla de control (nivel máximo).
8. Mirilla de control (nivel mínimo).
9. Tubo de retorno.
10. Chapa tranquilizadora.
11. Bomba. [25]

### **9.18. Mangueras hidráulicas.**

Las mangueras hidráulicas desempeñan un papel fundamental en los sistemas hidráulicos, ya que son responsables de llevar el fluido hidráulico utilizado para transmitir la fuerza en el sistema. Estas mangueras vienen en diferentes tipos, cada una diseñada para satisfacer requisitos específicos según su aplicación particular. En esencia, son componentes vitales que garantizan el correcto funcionamiento de los sistemas hidráulicos al permitir el flujo seguro y eficiente del fluido. [26]

#### **9.18.1. Tipos de mangueras hidráulicas.**

##### **Mangueras hidráulicas de baja presión (SAE100R6).**

Son usadas en trabajos con presiones menores a 300 psi, generalmente para pasar fluidos de combustible, lubricantes de alta temperatura, aire, agua y anticongelante. En la (figura 16) se observa una manguera hidráulica de baja presión. [26]

**Figura 16:** Mangueras hidráulicas de baja presión.



**Fuente:** [26]

**Mangueras hidráulicas de mediana presión (SAE100R1, SAE100R5, SAE100R7).**

Se utiliza para transferir aceite mineral, aceite hidráulico, agua y emulsión de aceite. Son versátiles y están disponibles en maquinaria pesada: tractores, camiones, semirremolques, sistemas de dirección hidráulica y cilindros hidráulicos para equipos de elevación. En la (figura 17) se observa una manguera hidráulica de media presión. [26]

**Figura 17:** Mangueras hidráulicas de mediana presión.



Fuente: [26]

**Mangueras hidráulicas de alta presión (SAE100R2, SAE100R8).**

Se utiliza para aplicaciones que requieren alta presión de trabajo, por ejemplo, en equipos todoterreno (línea amarilla), lavadoras a presión. Son utilizadas en equipos medianos y grandes, las presiones varían entre 1825 y 6000 psi, suelen estar reforzados con dos mallas metálicas de alta tensión y en diseños termoplásticos. En la (figura 18) se observa una manguera hidráulica de alta presión. [26]

**Figura 18:** Mangueras hidráulicas de alta presión.



Fuente: [26]

### **Mangueras hidráulicas de extrema presión (SAE100R12, SAE100R13, SAE100R15).**

Son los más potentes y pueden operar a 5.000 o 6.000 psi. Se utilizan para equipos de construcción y maquinaria pesada con cambios repentinos de presión. Sus tubos compuestos están reforzados con 4 a 6 capas en espiral de acero de alta resistencia. En la (figura 19) se observa una manguera hidráulica de extrema presión. [26]

**Figura 19:** Mangueras hidráulicas de muy alta y extrema presión.



**Fuente:** [26]

Existen diversos tipos de mangueras hidráulicas, cada una diseñada para cumplir con requerimientos específicos según su aplicación. Es importante seleccionar la manguera adecuada para cada sistema hidráulico, para garantizar un mejor rendimiento y una larga vida útil. [26]

## **10. PREGUNTAS CIENTÍFICAS:**

### **10.1. Pregunta científica.**

¿Con la elaboración del módulo didáctico se logró obtener una herramienta de aprendizaje práctico para los estudiantes?

## **11. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL:**

### **11.1. Localización.**

El presente proyecto se lo realizó para el laboratorio del bloque “B” de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, cabe recalcar que el módulo de prácticas está diseñado como un material didáctico que proporcionará a los estudiantes las habilidades para comprender la resistencia mecánica de los materiales realizando ensayos destructivos por tracción obteniendo así resultados favorables

### **11.2. Investigación exploratoria.**

Este tipo de investigación se realiza con el único propósito de destacar los aspectos fundamentales del tema de investigación, para de esta manera analizar los diferentes métodos adoptados para realizar la implementación del módulo didáctico el cual nos ayudara a realizar el análisis de la resistencia mecánica de los materiales.

### **11.3. Investigación Bibliográfica.**

En el siguiente trabajo se empleó la investigación bibliográfica para la recopilación de información teórica, para esto se recurrió a diversas fuentes como páginas webs, libros y revistas para recabar información suficiente sobre la resistencia mecánica de los materiales y permitió a los investigadores tener una visión más clara sobre el tema investigado.

### **11.4. Investigación Descriptiva.**

Se empleó este tipo de investigación para describir los resultados obtenidos en las distintas etapas que componen el presente proyecto, su uso se evidenció durante la construcción del prototipo siendo desde del diseño de su modelo, identificación de materiales para su posterior ejecución y corroboración de resultados.

## **12. Descripción del proyecto**

Para el desarrollo del módulo didáctico (implementación de un módulo didáctico para analizar la resistencia mecánica de los materiales) primero se realizó el análisis de los sitios bibliográficos sobre los elementos a ocupar conociendo así sus características, luego se realizó el diseño en el software SolidWorks (tiene licencia estudiantil) para luego desarrollar el módulo didáctico para análisis de la resistencia mecánica de los materiales

### **12.1. Selección del cilindro hidráulico**

Para la selección del cilindro hidráulico tuvo presente algunas de las siguientes consideraciones:

De acuerdo con el funcionamiento de la máquina el cilindro debe ser de doble efecto, la carrera del émbolo debe ser de 12 plg, y el requisito principal es que cumpla con la fuerza de trabajo de 20 toneladas.

Datos del cilindro hidráulico de doble efecto

P: Presión de trabajo máxima: 1500 psi.

L: Curso o carrera del émbolo = 12 plg.

Vs: Velocidad de salida.

Qs: Caudal de salida.

t: Tiempo de aplicación de la carga = 40 segundos.

### 12.1.1. Cálculos de las selecciones del émbolo

$$S1 = \frac{\pi * D^2}{4} = \text{ecu 1}$$

$$S1 = \frac{\pi * 4^2}{4} =$$

$$S1 = 12.5664 \text{ pul}^2$$

$$S2 = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} = \text{ecu 2}$$

$$S2 = \frac{\pi(4^2 - 1,5^2)}{4} =$$

$$S2 = 10,7992 \text{ pul}^2$$

Dónde:

d: Diámetro del vástago. = 1,5 pul

D: Diámetro del émbolo. = 4 pul

S1: Sección del émbolo por el lado sin vástago (S1>S2).

S2: Sección del émbolo por el lado con vástago (S2<S1)

### 12.1.2. Cálculo de la presión necesaria para aplicar la carga

Datos:

F=20 Toneladas=200000 Newton=44961.79 lbf

$S1 = 12.5664 \text{ pul}^2$

$$P = \frac{F}{S1} \text{ ecu 3}$$

$$P = \frac{44961.79 \text{ lbf}}{12.5664 \text{ pul}^2}$$

$$P = 350,8757 \text{ psi}$$

### 12.1.3. Cálculo de la velocidad de salida y retorno del cilindro

- **Velocidad de salida del vástago**

$$V_s = \frac{L}{T} \quad \text{ecu 4}$$

$$V_s = \frac{12plg}{40seg}$$

$$V_s = 0,3 \frac{pul}{seg}$$

- **Velocidad de entrada del vástago**

$$V_e = \frac{Q}{S_2} \quad \text{ecu 5}$$

$$V_e = \frac{5,02656 \frac{plg^3}{seg}}{10,7992}$$

$$V_e = 0.4644 \frac{pul}{seg}$$

### 12.1.4. Cálculo de salida y entrada del caudal

- **Caudal de la salida**

$$Q_s = S_1 * V_s \quad \text{ecu 6}$$

$$Q_s = 12.5664pul^2 * (0,4 \frac{plg}{seg})$$

$$Q_s = 5,02656 \frac{plg^3}{seg}$$

- **Para calcular galones/minuto=**

$$GPM = \frac{Q_s}{3,85} = \quad \text{ecua 7}$$

$$GPM = \frac{5,02656 \frac{plg^3}{seg}}{3,85} =$$

$$GPM = 1,3056 \frac{galones}{minuto}$$

- **Caudal de entrada**

$$Q_e = S_2 * V_e \quad \text{ecu 8}$$

$$Q_e = 10,7992 \text{ pul}^2 * \left(0,3 \frac{\text{pul}}{\text{seg}}\right)$$

$$Q_e = 3,23976 \frac{\text{plg}^3}{\text{seg}}$$

- Para calcular galones/minuto=

$$GPM = \frac{Q_e}{3,85} = \text{ecua 9}$$

$$GPM = \frac{3,23976 \frac{\text{plg}^3}{\text{seg}}}{3,85} =$$

$$GPM = 0,8414 \frac{\text{galones}}{\text{minuto}}$$

### 12.1.5. Cálculo de la potencia requerida por la bomba

$$HP = \frac{Q+P}{1,417 * \rho} \text{ecua 10}$$

Dónde:

HP= potencia de la bomba

Q= caudal de la bomba

P= presión de la bomba

$\rho$ = eficiencia de la bomba

$$HP = \frac{1,3506 \text{ GPM} + 1500 \text{ Psi}}{1,417 * 0,85}$$

$$HP = 1,24HP = 2HP$$

### 12.1.6. Cálculo del motor eléctrico

$$\text{pot. motor electrico} = \frac{HP}{\rho} \text{ecua 11}$$

Dónde:

Pot. motor eléctrico=

HP= potencia de la bomba hidráulica

$\rho$ = eficiencia energética

$$pot. motor electrico = \frac{1.24HP}{0.85}$$

$$pot. motor electrico = 1,45 HP$$

Este valor es el que indica la potencia en HP que debe tener el motor eléctrico, se obtuvo un valor de 1.45 HP (aproximado 2HP).

### 12.2. Para la selección del tanque reservorio de fluido hidráulico

Para la selección del tanque reservorio de fluido hidráulico se debe seguir una regla industrial, se multiplica por un factor de tres los GPM que entrega la bomba, a más de servir como reservorio cumple la función de transferencia de calor del fluido hacia el ambiente.

$$cap. tanque = GPM * (3) \quad \text{ecu 12}$$

Dónde:

GPM= galones por minuto

Cap. Tanque

$$cap. tanque = 1.3056 * (3)$$

$$cap. tanque = 3.91 galones$$

### 12.3. Selección del material para de la estructura.

Para la estructura del módulo didáctico para el análisis de la resistencia mecánica de los materiales se deberá escoger materiales de acero que contengan carbono, ya que estos materiales son compatibles con diferentes soldaduras, son de bajo costo y su resistencia es alta, así como también debe ser un acero comercial.

El acero ASTM es un acero al carbón con las características deseadas, es un acero comercial y es el más empleado para realizar construcciones de maquinaria pesada en las industrias.

Para la selección de las vigas de la estructura se toma en cuenta la presión máxima que se va a ejercer al momento de realizar el ensayo por tracción, en este caso la máxima presión que ejercerá es de 1500 PSI o 10342.14 kPa.



El acero estructural A36 se fabrica bajo la especificación ASTM A36. ASTM A36 es una aleación de hierro (mínimo 98 %), tiene contenidos de carbono de máximo 0.29 % y otros minerales en pequeñas cantidades como manganeso y silicio, para aumentar su resistencia a la tracción y buena influencia en la soldadura. En la (tabla 3) se puede observar las características del Acero A36

El acero estructural A36 presenta diversas ventajas, entre las cuales destacan su alta resistencia tanto a la tracción como a la compresión y además su bajo costo.

Toda la estructura se realizó con el Acero ASTM A36

**Tabla 4:** Descripción del acero ASTM A 36.

<b>PROPIEDADES</b>	<b>DESCRIPCION</b>
NORMAS INVOLUCRADAS	ASTM A 36/A 36M-04
PROPIEDADES MECÁNICAS	Esfuerzo a fluencia mínimo: 250 MPa (36300 psi) Esfuerzo a tensión: 400-550 MPa (58000-79800 psi) Elongación mínima en 50 mm (2plg): 23% Módulo de elasticidad 200 GPa (29000 KSI)
PROPIEDADES FÍSICAS	Densidad 7,85 g/cm <sup>3</sup> (0,284 lb/in <sup>3</sup> )
USOS	Para componentes estructurales en general
TRATAMIENTOS TERMICOS	Usualmente a este material no se le da tratamiento térmico debido a que son parte estructural. Puede ser sementado para aumentar la dureza superficial mientras mantiene su núcleo tenas

**Fuente:** Alexander & Alejandro.

#### **12.4. Selección del fluido hidráulico.**

Para la selección del aceite hidráulico, debemos tener en cuenta varios parámetros, ya que su función principal no es solo accionar el cilindro hidráulico, sino también sirve como lubricante para los engranajes de la bomba y otros componentes del sistema. Por esta razón, necesitamos

conocer las condiciones en las que está operando la máquina, tales como: carga, velocidad, temperatura y ambiente de trabajo.

El módulo didáctico para el análisis de la resistencia mecánica de los materiales es un equipo de laboratorio estacionario que necesita un aceite libre de detergentes con menor contenido de aditivos anti desgaste que los equipos móviles y requiere un rompedor de emulsión que sirven para separar el agua del aceite y permite que se asiente en los tanques.

En general, estos sistemas operan entre 50 y 60°C, para evitar daños no deben exceder los 80°C. Teniendo en cuenta estos parámetros elegimos aceites ISO 68 que operan entre 56 y 73°C

El aceite ISO 68 un fluido viscoso lo cual lo hace recomendable para sistemas de desplazamiento más lentos y cargados

### 12.5. Selección de mangueras para el sistema hidráulico.

Para realizar el cálculo de las mangueras que utilizaremos para nuestro sistema hidráulico debemos tener en cuenta diferentes parámetros tales como:

- Identificar qué tipo de línea es presión.
- Conocer el caudal máximo del sistema.
- Estimas la velocidad de flujo.

**Tabla 5:** Velocidades de flujo

<b>Velocidad del flujo</b>	
Conductores	Velocidad del flujo en m/s presión de trabajo en bar
De presión	De 0 a 25 de 25 a 100 de 100 a 300
De alimentación	De 3.0 a 3.5 de 3.5 a 4.5 de 4.5 a 6.0
De retorno	De 0.5 a 1.0 de 1.5 a 2.0

**Fuente:** Alexander & Alejandro.

Para la conexión del sistema hidráulico se usarán las mangueras hidráulicas de mediana presión (SAE100R1) ya que son versátiles son utilizadas para sistemas de dirección hidráulica y cilindros hidráulicos, este tipo de mangueras soportan una presión máxima de 3000 psi.

El diámetro de la será de 3/8.

La velocidad con la que saldrá el fluido es de 5.5 m/s y la presión máxima con la que trabajara el sistema es de 1500 psi.

### 13. PROCEDIMIENTOS PARA ANALISIS DE RESISTENCIA POR TRACCIÓN

Al realizar la implementación del módulo didáctico para el análisis de la resistencia mecánica de los materiales se demostró que se puede obtener beneficios como medir la resistencia mecánica realizando ensayos destructivos (por tracción) de diferentes materiales.

Para realizar un ensayo destructivo por tracción se tiene en cuenta el diámetro de la probeta y la longitud de la misma, tienen que ser cilíndricas el diámetro normalizado, para este tipo de probetas es de 0.50 pulgadas de diámetro y de 2 pulgadas de longitud tiene que ser la sección de la probeta.

La presión entregada por el sistema de potencia hidráulica es el adecuado para ejercer la fuerza necesaria en el cilindro hidráulico para realizar ensayos por tracción y lograr que la probeta llegue a su punto de ruptura y así conocer sus propiedades mecánicas.

En las imágenes 1 a la 8 se presenta el proceso para realizar un ensayo por tracción sobre una probeta de Acero AISI 1045 se realizó en la norma ASTM E8.

La calibración de la máquina es importante ubicar las mordas de sujeción dependiendo el tipo de probeta a utilizar esto nos garantizara una buena sujecion de la probeta.

**Imagen 1:** Calibración de la máquina.



Una vez calibrada la máquina procedemos a la preparación del software en el cual debemos seleccionar el tipo de norma a utilizar y especificar el tipo de ensayo que se va a realizar en este caso es un ensayo destructivo por tracción.

**Imagen 2:** Preparación del software Horizon donde se graficará la curva.



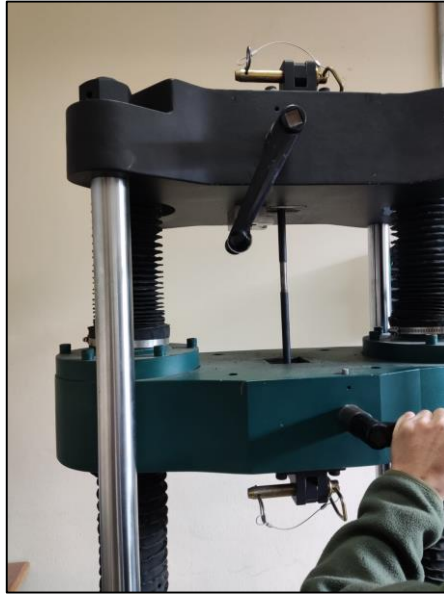
Las probetas para realizar ensayos de tracción pueden ser de cabeza lisa o cabeza roscada de un diámetro de 0.50 pulg y de 2 pulg de longitud la sección de la probeta.

**Imagen 3:** Preparación de las probetas.



Para la sujeción de las probetas se debe realizar un fuerte ajuste para evitar que la probeta a ensayar se resvale ya que si pasa eso al momento de ejercer la fuerza tiende a fallar la simulación.

**Imagen 4:** Ubicación de las probetas en las mordazas de sujeción de la máquina.



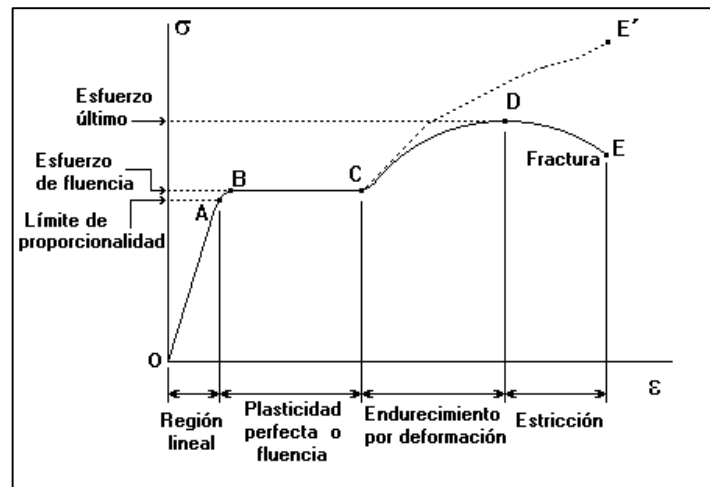
En el siguiente componente podemos observar la fuerza que se está ejerciendo mediante la ejecución del ensayo.

**Imagen 5:** Una vez empezado en ensayos podemos ver cuanta fuerza ejerce.



## 14. ANALIS DE RESULTADOS

**Imagen 6:** La curva del resultado se da en referencia a la siguiente.



Fuente: [27]

- Al llegar la zona B-C punto de deformación plástica ya no se podrá parar el ensayo en este punto, debido a que la probeta no regresará a su forma original.
- Después pasamos al punto D de esfuerzo último
- Al llegar al punto D-E observamos que se produce la zona de estricción, esto ocurre cuando la curva empieza a bajar porque el área de la probeta empieza a disminuir. Ya no es necesario aplicar tanta fuerza debido a que en algún punto la probeta debe estar agrietada, la temperatura empieza a subir porque al realizar ensayos de tracción existe liberación de energía.
- Se observa como la curva cae esto nos indica que el esfuerzo va bajando, hasta llegar al punto E que es el punto donde se produce la ruptura o punto de fractura de la probeta

**Tabla 6:** Fuerzas aplicadas para la realización del ensayo

<b>Fuerza aplicada para la realización del ensayo</b>	
<b>Zona de deformación pastica B-C</b>	9.000 lbf
<b>Zona de endurecimiento por deformación C-D</b>	12.000 lbf
<b>Zona de esfuerzo ultimo D</b>	12.500 lbf

Fuente: Alexander & Alejandro

Una vez concluido el ensayo al material llega a su punto de ruptura y podemos ver su curva característica.

**Imagen 7:** Probeta en su punto de ruptura



**Imagen 8:** Curva del ensayo realizado

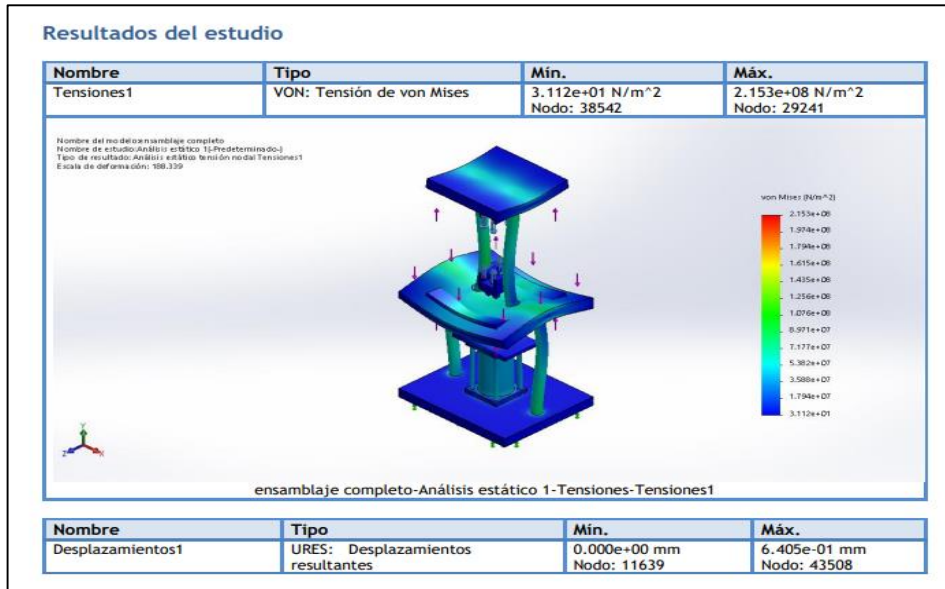


La probeta de acero AISI 1045 llegó a su punto de ruptura al aplicar una fuerza de 70.000 KN o 12.500 lbf, donde se pudo observar la curva característica de fuerza por longitud.

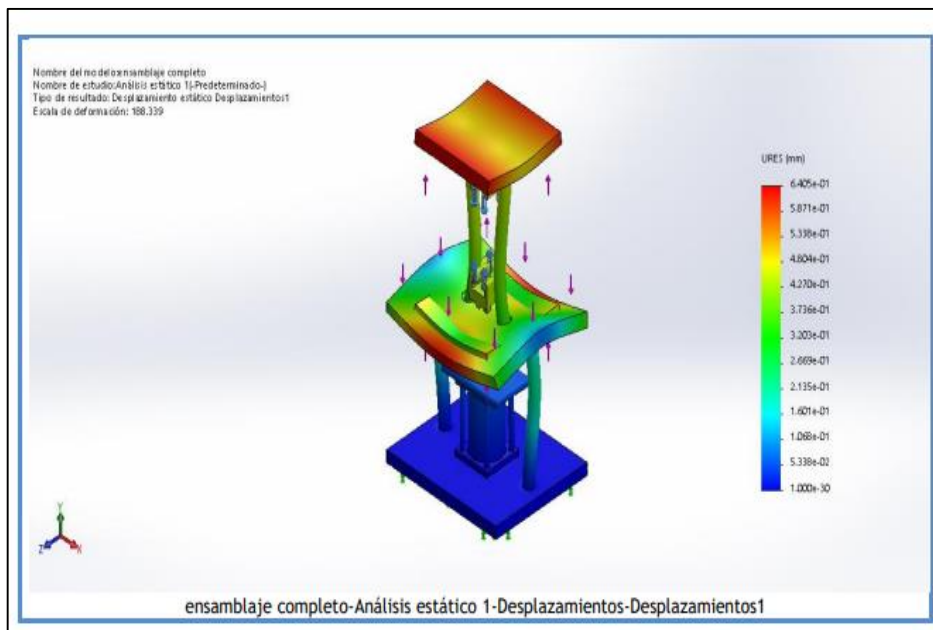
### 14.1. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA SIMULACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA MÁQUINA.

En la siguiente imagen se puede observar los resultados de la simulación en el software de diseño SolidWorks, a la estructura se le aplicó una fuerza de 25 toneladas.

**Figura 20:** Simulación de tensión de von mises.



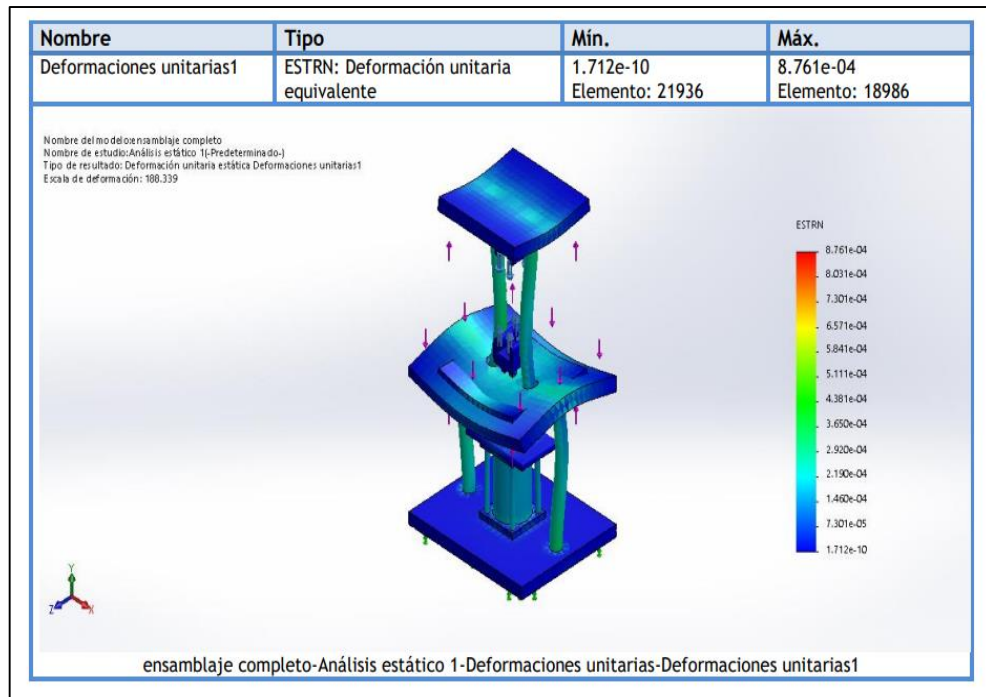
**Figura 21:** Simulación de análisis estático por desplazamiento.





En la siguiente imagen se observa el análisis estático por deformación unitaria.

**Figura 22:** Análisis estático por deformación unitaria.



## 14.2. DISEÑO DEL MÓDULO DIDÁCTICO PARA EL ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA MECÁNICA DE LOS MATERIALES.

El módulo didáctico se diseñó de tal manera que la parte estructura y los demás componentes son los adecuados para realizar prácticas ya que a medida que se ejecutan trabajos prácticos en el módulo este no sufrirá deformaciones o averías en su estructura porque están dimensionados para cumplir su objetivo principal que es realizar pruebas destructivas por tracción a diferentes materiales.

Para la construcción de la estructura del módulo se utilizó materiales como el acero de la norma ASTM A36 por sus características, se utilizó para realizar las placas las barras fijas y móviles de la estructura.

Las placas de la estructura son de un espesor de 2 pulgadas para garantizar así que la estructura no sufra deformaciones al realizar trabajos prácticos ya que el cilindro hidráulico ejercerá una fuerza de 20 toneladas y la bomba una presión de máxima de 1500 psi

Para el sistema de la unidad hidráulica hidráulico utilizaremos un motor de 1HP ya que el sistema requiere de esta potencia para trabajar, también usaremos una bomba de 1HP de engranajes externos, brida con dos orejas y flecha recta que es la más usada para este tipo de

aplicaciones, una válvula direccional de 4 vías y 2 posiciones la que nos permitirá dar la dirección del fluido, en la misma se encuentra una válvula reguladora de presión de hasta 3000 PSI.

También cuenta con un depósito de fluido hidráulico que se fabricó con plancha de acero de 2 mm de espesor con una capacidad de almacenamiento de hasta 8 galones, con un indicador del nivel y la temperatura del fluido, un tapón de drenaje en la parte inferior para realizar los cambios de aceite, en la parte superior de la tapa está ubicado el motor eléctrico, la bomba hidráulica, filtro, manómetro, conectados con diferentes acoples para que salgan a las mangueras que van al cilindro hidráulico.

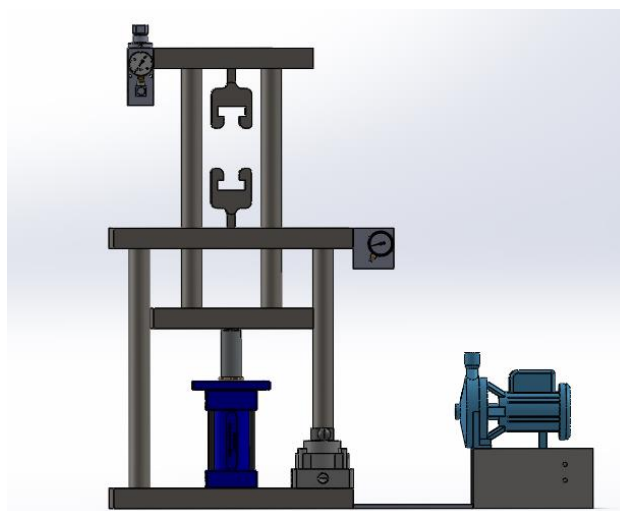
Se utilizó mangueras de media presión que soportan hasta 3000 psi para la interconexión de los elementos del sistema y un cilindro hidráulico de 4 pulgadas de diámetro con un vástago de 1.5 pulgadas de diámetro y 12 pulgadas de largo. En la siguiente (tabla 6) se observa la especificación sobre la construcción del módulo didáctico.

**Tabla 7:** Especificaciones del módulo didáctico.

<b>Especificación del módulo didáctico</b>	
Motor	2 HP
Voltaje requerido	110 voltios 220 voltios
Bomba hidráulica	2 HP. 2 GPM
Presión de operación del sistema	1500psi
Cilindro hidráulico	fuerza= 20 toneladas = 200KN 4plg de diámetro Un vástago con un diámetro de 1.5 plg Y 12plg de largo
Probeta normalizada	Diámetro de 0.50 pulg y de 2 plg de largo la sección de la probeta

**Fuente:** Alexander & Alejandro.

**Figura 23:** Diseño del módulo didáctico.



**Fuente:** Alexander & Alejandro.

## 15. IMPACTOS

### 15.1. Impacto social

El desarrollo del módulo para el análisis de la resistencia mecánica de los materiales puede impulsar la innovación en diferentes sectores industriales, como la ingeniería, la construcción, la manufactura. Ya que al realizar pruebas se mejorará la comprensión de las propiedades de los materiales, se pueden diseñar productos más seguros, eficientes y duraderos.

### 15.2. Impacto económico

El impacto económico de este proyecto está reflejado en que podemos conocer las características sobre la resistencia de materiales, para evitar errores al momento de elegir un material.

### 15.3. Impacto técnico

El impacto técnico del módulo didáctico se da al mejorar la calidad de la educación en el campo de la ingeniería de materiales. Los estudiantes y profesionales pueden beneficiarse al tener acceso a una herramienta interactiva y práctica para realizar prácticas de diferentes materiales conociendo así sus propiedades mecánicas.

### 15.4. Impacto ambiental

La elaboración del módulo didáctico no generara impactos al medio al medio ambiente ya que es una herramienta de enseñanza y aprendizaje por ende tiene un enfoque positivo.

## 16. PRESUPIUESTO DEL PROYECTO

**Tala 8:** Gasto general.

Numero	Descripción del componente	Precio unitario	Precio total
1	Bomba hidráulica de engranes 3GPM de 2HP	350	350
1	Mando hidráulico de 1 palanca de 10GPM	110.45	110.45
1	Mangueras remachadas con puntas cónicas R1 1/2 presión 300 bar	15.50	15.20
4	Mangueras remachadas con puntas cónicas R1 3/8 presión 300 bar	12.30	49.20
1	Manómetro de glicerina hasta 100 bar	20.50	20.50
1	Filtro hidráulico	36.50	36.50
2	Barra redonda	70.45	140.90
1	Plancha de acero de espesor 2plg	400	400
1	Motor eléctrico de 2HP	300	300
1	Cilindro hidráulico de 4 plg de 20 Toneladas	800	800
5 galones	Aceite hidráulico rojo	10.50	10.50
1	Pulsador de encendido y apagado	7.00	7.00
5mtrs	Cable concéntrico 3x12	2.25	11.25
1	Enchufe	1.25	1.25
<b>Total</b>			<b>2.252,75</b>

**Fuente:** Alexander & Alejandro (2023).

## **17. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **17.1. Conclusiones**

A través de la revisión bibliográfica se llegó a conocer que existen varios tipos de máquinas para el análisis de la resistencia mecánica de los materiales que son las máquina universales de ensayos y mediante esta información obtenida pudimos realizar nuestro proyecto realizando un módulo en el cual se puede realizar pruebas de ensayos por tracción a diferentes materiales.

Aplicando los conocimientos adquiridos y utilizando diferentes métodos y técnicas de fabricación se realizó la construcción del módulo didáctico, empleando materiales de fácil adquisición en el mercado y de costo moderado.

Una vez terminada la construcción del módulo didáctico se procedió a la realización de pruebas para verificar su funcionamiento, logrando cumplir con el objetivo implantación de un módulo para el análisis de la resistencia mecánica de los materiales.

### **17.2. Recomendaciones**

Para la construcción de máquinas se recomienda utilizar equipos de protección debido a que al realizar estos trabajos manipulamos máquinas y herramientas que al no saber manipularlas y no contar con equipos de protección se pueden ocasionar accidentes laborales

Se recomienda realizar un chequeo del módulo para verificar que no existan anomalías que puedan perjudicar su funcionamiento.

Al momento de introducir las probetas en las mordazas de sujeción es recomendable ajustar bien las mordazas para que al momento de accionarla la probeta no se suelte porque esto podría ocasionar que el ensayo pare y eso no es recomendable ya que al haber accionado el módulo este ya genero fuerza y al detener la práctica a la mitad puede ocasionar que las mordazas se remuerdan y sea difícil retirar la probeta o en el peor de los casos las mordazas pueden llegar a dañarse.

## 18. Bibliografía

- [1] M. C. Mora, «Mecapedia,» 05 09 2022. [En línea]. Available: [http://www.mecapedia.uji.es/pages/resistencia\\_mecanica.html](http://www.mecapedia.uji.es/pages/resistencia_mecanica.html).
- [2] «INFINITIA INDUSTRIAL CONSULTING,» 20 12 2021. [En línea]. Available: <https://www.infinitiaresearch.com/noticias/clasificacion-propiedades-materiales/>.
- [3] BSDI, «BSDI,» 23 12 2021. [En línea]. Available: <https://bsdi.es/que-son-las-propiedades-de-los-materiales-y-cuales-son/>.
- [4] «Mundo estudiante,» [En línea]. Available: <https://www.mundoestudiante.com/propiedades-de-los-materiales/>.
- [5] «BLOG CONECBAND,» 31 10 2017. [En línea]. Available: <https://www.conecband.com/entrada/846/propiedades-mecanicas-de-los-metales/>.
- [6] «concepto definicion,» 23 08 2022. [En línea]. Available: <https://conceptodefinicion.de/materiales/>.
- [7] «conocimiento en un clic,» 10 07 2021. [En línea]. Available: <https://www.conocimientoenunlick.com/2021/07/clasificacion-de-los-materiales.html>.
- [8] R. Pablo, «mecapedia,» 27 07 2022. [En línea]. Available: [http://www.mecapedia.uji.es/pages/ensayo\\_de\\_compresion.html](http://www.mecapedia.uji.es/pages/ensayo_de_compresion.html).
- [9] infinitia, «industrial consulting,» 23 02 2021. [En línea]. Available: <https://www.infinitiaresearch.com/noticias/ensayo-de-flexion-en-materiales-cuando-se-realizan/>.
- [10] ResearchGate, «ResearchGate,» 15 11 2022. [En línea]. Available: [https://www.researchgate.net/figure/Curva-caracteristica-carga-deflexion-de-CRFA\\_fig3\\_249644670](https://www.researchgate.net/figure/Curva-caracteristica-carga-deflexion-de-CRFA_fig3_249644670).
- [11] I. I. CONSULTING, «INFINITIA INDUSTRIAL CONSULTING,» 23 12 2020. [En línea]. Available: <https://www.infinitiaresearch.com/noticias/ensayo-de-traccion-y-su-aplicacion-en-materiales/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20funci%C3%B3n%20cumple%20un%20ensayo,de%20Poisson%20de%20los%20materiales..>

- [12] P. Rodrigo, «MECAPEDIA,» 27 07 2022. [En línea]. Available: [http://www.mecapedia.uji.es/pages/ensayo\\_de\\_traccion.html](http://www.mecapedia.uji.es/pages/ensayo_de_traccion.html).
- [13] docplayer, «docplayer,» 29 06 2018. [En línea]. Available: <https://docplayer.es/14139321-Ensayo-de-traccion-universal.html>.
- [14] Insymed, «Insymed,» 25 04 2019. [En línea]. Available: <https://insymed.com/product/dispositivos-de-ensayo-para-probetas-normalizadas/>.
- [15] «metalinspec,» 10 11 2018. [En línea]. Available: <https://www.blog.metalinspec.com.mx/post/que-es-una-maquina-de-prueba-universal>.
- [16] «ZwickRoell,» 15 10 2018. [En línea]. Available: <https://www.zwickroell.com/es/productos/maquinas-de-ensayos-de-materiales-estaticas/maquinas-de-ensayos-universales-para-aplicaciones-estaticas/>.
- [17] hydraulic-calculation.com, «hydraulic-calculation,» 24 05 2018. [En línea]. Available: <https://www.hydraulic-calculation.com/es/article.php?ID=16>.
- [18] Mecatronica, «Mecatronica,» 23 12 2021. [En línea]. Available: <https://www.xn--mecatrnica-lbb.com.co/2021/12/cilindro-de-doble-efecto.html>.
- [19] BZ, «Bezares mexico,» 6 03 2019. [En línea]. Available: <https://bezares.com/es-mx/que-es-una-bomba-hidraulica/#:~:text=Convierte%20la%20energ%C3%ADa%20mec%C3%A1nica%20de%20el%20sistema%20operar%C3%A1..>
- [20] Automantenimiento, «Automantenimiento,» 27 11 2019. [En línea]. Available: <https://automantenimiento.net/hidraulica/funcionamiento-y-tipos-de-valvulas-direccionales-o-de-vias/>.
- [21] HFP HIDRAULIC, «ingenieria en oleohidraulica,» 31 05 2022. [En línea]. Available: <https://hfphydraulic.com/tienda/pe/electrovalvulas-y-valvulas-modulares/418-valvula-direccional-manual-ng6-42-con-enclave-centro-tanden-codigo-d1v18em.html>.
- [22] «ingenierizando,» [En línea]. Available: <https://www.ingenierizando.com/laboratorio/manometro/>. [Último acceso: 20 07 2023].
- [23] «electronica,» 10 05 2018. [En línea]. Available: <https://www.redeweb.com/actualidad/manometro/>.


- [24] J. Leyers, «q8oils,» 03 02 2018. [En línea]. Available: <https://www.q8oils.com/es/industria-general/fluido-adecuado-para-sistemas-hidraulicos/>.
- [25] J. Duke, «Ingenieria Mecatronica,» 13 12 2021. [En línea]. Available: <https://www.xn--mecatrnica-lbb.com.co/2021/12/deposito-hidraulico-toda-instalacion.html>.
- [26] Dysmar, «soluciones industriales,» 22 11 2022. [En línea]. Available: <https://www.dysmar.com/mangueras-hidraulicas-que-tipos-existen/>.
- [27] «AREA TECNOLOGICA.,» [En línea]. Available: <https://www.areatecnologia.com/materiales/ensayo-de-traccion.html>.



## 19. ANEXOS

**Anexo 1:** Datos del docente tutor.

### DATOS PERSONALES

<b>Nombres</b>	Yoandrys	
<b>Apellidos</b>	Morales Tamayo	
<b>Fecha de nacimiento</b>	10 de Agosto de 1983	
<b>Cédula de ciudadanía</b>	1756958797	
<b>Estado civil</b>	Casado	
<b>Teléfonos de contacto</b>	0988494906	
<b>Email personal</b>	ymoralesta83@utc.edu.ec	
<b>Email institucional</b>	yoandrys.morales@utc.edu.ec	

### Estudios Realizados

<b>CUARTO NIVEL:</b>	Universidad Politécnica de Madrid, España.
<b>CUARTO NIVEL:</b>	Universidad de Holguín, Cuba.
<b>TERCER NIVEL:</b>	Universidad de Holguín, Cuba.

**TITULOS OBTENIDOS**

<b>CUARTO NIVEL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Doctor por la Universidad Politécnica de Madrid, PhD</li> </ul> <p>Año de obtención: 2014</p> <p>Número de Registro SENESCYT: 7526 R-15-26566</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Máster en Diseño y Fabricación Asistida por Computadora.</li> </ul> <p>Año de obtención: 2011</p> <p>Número de Registro SENESCYT: 1923111692</p>
<b>TERCER NIVEL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniero Mecánico</li> </ul> <p>Año de obtención: 2007</p> <p>Número de Registro SENESCYT: 1923111691</p>

<b>EXPERIENCIA LABORAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Universidad Técnica de Cotopaxi. Extensión La Maná. Ecuador. (2015) Universidad Internacional SEK. Ecuador. 2015</li> <li>• Universidad de Granma. Facultad de Ciencias Técnicas. Cuba (2007-2015) Empresa de Servicios Técnicos (Zeti). Cuba (2010-2014)</li> </ul>
--------------------------------	---

<p style="text-align: center;"><b>CARGOS</b></p> <p style="text-align: center;"><b>DESEMPEÑOS</b></p>	<p>Docente Investigador en las Asignaturas de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseño Mecánico por Computadora</li> <li>- Comunicación Científica</li> <li>- Metodología de la Investigación</li> <li>- Elaboración de Artículos Científicos</li> <li>- Redacción Científica</li> <li>- Dibujo Mecánico</li> <li>- Diseño Asistido por Computadora</li> <li>- Proyecto de Ingeniería</li> <li>- Procesos de Manufactura</li> <li>- Teoría de los Mecanismos</li> <li>- Mecánica Teórica</li> <li>- Ingeniería de Materiales</li> <li>- Metalurgia de la Soldadura</li> <li>- Máquinas Herramientas</li> <li>- Procesos de Fundición de Metales</li> <li>- Máquinas Herramientas con Control Numérico</li> <li>- Conformación de Metales</li> <li>- Tecnología de Soldadura</li> <li>- Resistencia de Materiales</li> <li>- Diseño de Elementos de Máquinas</li> <li>- Ciencias de los Materiales</li> <li>- Elementos Finitos</li> <li>- Diseño Estadísticos de Experimentos</li> </ul>
---	--

<p>Universidad Técnica de Cotopaxi- Director de Carrera. 2017</p> <p>Universidad de Granma - Facultad de Ciencias Técnicas, Miembro del Consejo Científico, marzo 2011 – marzo 2015.</p> <p>Universidad de Granma - Facultad de Ciencias Técnicas, Tribunal de Cambio de Categorías Docentes. 2012 – Mayo 2015.</p> <p>Universidad de Granma - Facultad de Ciencias Técnicas, Director Línea de Investigación: Soluciones Ingenieriles Asistidas por Computadora. 2011- Mayo 2015.</p> <p>Universidad de Granma - Facultad de Ciencias Técnicas, Docente-Investigador – Septiembre 2007 – Mayo 2015.</p>
--


<b>DOCENCIA DE POSGRADO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Universidad Internacional SEK, Quito (2015)</b> Maestría en Diseño Mecánico (Mención Automotriz)</li> <li>• <b>Universidad de Granma, Cuba (2013 – 2015)</b> Maestría en Maquinaria Agrícola</li> <li>• <b>Universidad de Granma, Cuba (2011 – 2013)</b> Maestría en Maquinaria Agrícola</li> </ul>
<b>DOCENCIA DE PREGRADO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador Docente-Investigador a Tiempo Completo</b></li> <li>• <b>Universidad de Granma, Cuba Docente-Investigador a Tiempo Completo</b></li> </ul>

<b>CURSOS RECIBIDOS</b>	2007
	✓ Fundamentos de la Comunicación Científica. Universidad de Granma. Cuba.
	2008
	✓ Algoritmia. Universidad de Holguín. Cuba.
	✓ Programación en C/C++. Universidad de Holguín. Cuba.
	✓ Bases de datos para el CAD/CAM. Universidad de Holguín. Cuba.
	✓ Matemática avanzada. Universidad de Holguín. Cuba.
	✓ Curso Mecanización Agraria. XII Edición. Universidad Politécnica de Madrid. España.
	2009
	✓ Tópicos selectos del diseño. Universidad de Holguín. Cuba.
✓ Fundamentos del diseño. Universidad de Holguín. Cuba.	
✓ Gráfica por computadora. Universidad de Holguín. Cuba.	
✓ Fundamentos de los procesos de manufactura Universidad de Holguín. Cuba.	
✓ Diseño de experimento. Universidad de Granma. Cuba.	
✓ Ingeniería en Frío. Universidad de Granma. Cuba.	
✓ Ahorro Energético y producción de energías renovables en la agricultura. Universidad de Granma. Cuba.	
✓ Propiedades físicas del suelo. Universidad de Granma. Cuba.	
2010	

	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Integración CAD/CAPP/CAM. Universidad de Holguín. Cuba.</li><li>✓ Programación Funcional. Universidad de Holguín. Cuba.</li><li>✓ Métodos numéricos. Universidad de Holguín. Cuba.</li><li>✓ Control numérico computarizado. Universidad de Holguín. Cuba.</li><li>✓ Automatización del CAD/CAM. Universidad de Holguín. Cuba.</li><li>✓ Propiedades mecánicas del suelo en los sistemas de laboreos y su realización con aperos de labranza. Universidad de Granma. Cuba.</li><li>✓ Tecnificación de regadío. Universidad de Granma. Cuba.</li></ul> <p>2012</p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Curso Materiales Compuestos. Universidad de Girona. España.</li><li>✓ Curso Mecánica de la Fractura. Universidad de Girona. España.</li><li>✓ Curso Publicación de Artículos Científicos. Universidad de Girona. España.</li></ul> <p>2013</p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Programación de máquinas con control numérico. Universidad Autónoma de Nuevo León. México.</li><li>✓ Problemas sociales de la Ciencia y la Tecnología. Universidad Central de la Villas. Cuba.</li></ul>
--	---

	<p>2014</p> <p>✓ Diseño y análisis de experimentos: Aplicación a la ingeniería mecánica. Universidad de Granma. Cuba.</p>
<p><b>PROYETOS REALIZADOS</b></p>	<p>✓ <b>Proyecto M-H.</b> Desarrollo de máquinas herramientas con fines docentes en la carrera de ingeniería mecánica. Financiado por la Universidad de Granma Cuba y Empresa de Servicios Mecánicos “26 de julio”. Bayamo. Cuba. 2014.</p> <p>✓ <b>Proyecto Mecaniz-AISI.</b> “Estudio experimental del desgaste del flanco y la rugosidad superficial en el torneado en seco de alta velocidad del acero inoxidable AISI 316L” Universidad Autónoma de Nuevo León, México. 2014.</p>
<p><b>RECONOCIMIENTOS</b></p>	<p><b>Premio:</b> Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente.2014.Bayamo. Cuba.</p> <p><b>Propuesta de Premio:</b> Rector Universidad de Granma. 2014. Bayamo. Granma. Cuba.</p> <p><b>Propuesta de Cum Laude de Doctorado.</b> Universidad Politécnica de Madrid. España.</p>

**Anexo 2:** Datos del primer estudiante investigador.**DATOS PERSONALES**


<b>Nombres</b>	Alexander Mesias	
<b>Apellidos</b>	Cañizares Macias	
<b>Lugar y fecha de nacimiento</b>	La Maná 25/01/1998	
<b>Cédula de ciudadanía</b>	050448525-1	
<b>Estado civil</b>	Soltero	
<b>Dirección domiciliaria</b>	La Maná Recinto La Libertad	
<b>Teléfonos de contacto</b>	0990231961	
<b>Email personal</b>	alexandercanizares.98@gmail.com	
<b>Email institucional</b>	alexander.canizares5251@utc.edu.ec	

**Estudios Realizados**

<b>Primarios</b>	Escuela de Educación Básica Luis Alcides Basantes
<b>Secundarios</b>	Colegio Técnico 19 de mayo
<b>Superiores</b>	Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná
<b>Títulos obtenidos</b>	Bachiller en Electromecánica
<b>Idiomas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Español</li> <li>• Suficiencia en el Idioma Inglés B1</li> </ul>
<b>Cursos de capacitación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Curso en Instalaciones eléctricas domiciliarias-UTC La Maná</li> <li>• Curso de Auxiliar en Domótica - UTC La Maná</li> </ul>



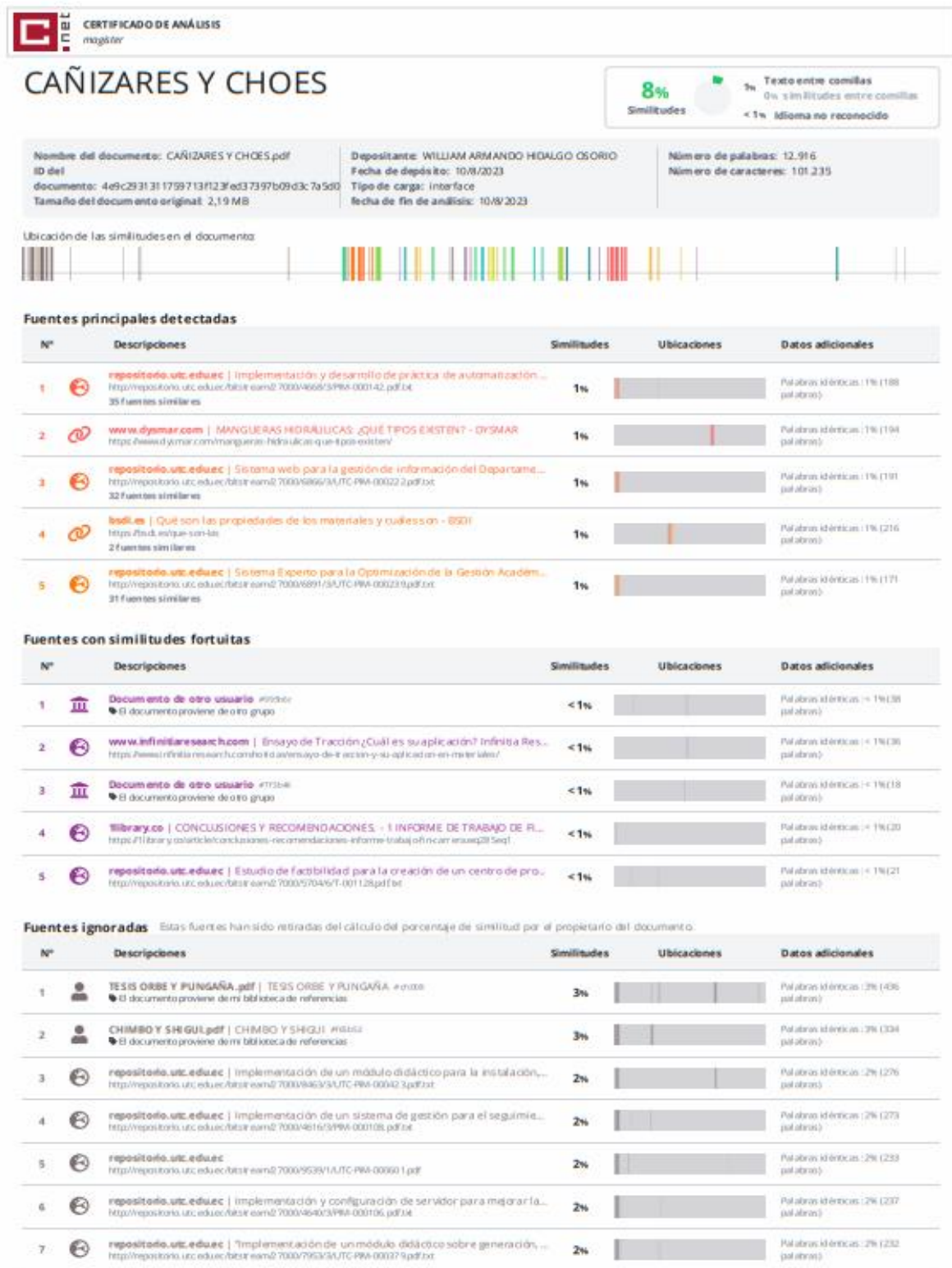
**Anexo 3:** Datos del segundo estudiante investigador.**DATOS PERSONALES**

<b>Nombres</b>	Jainer Alejandro	
<b>Apellidos</b>	Choez Valencia	
<b>Lugar y fecha de nacimiento</b>	21 de agosto del 2001	
<b>Cédula de ciudadanía</b>	0550288070	
<b>Estado civil</b>	Soltero	
<b>Dirección domiciliaria</b>	La Maná El Carmen Barrio san carlos	
<b>Teléfonos de contacto</b>	0991696952	
<b>Email personal</b>	jaineralejandrochoezv@gmail.com	
<b>Email institucional</b>	Jainer.choez8070@utc.edu.ec	

**Estudios Realizados**

<b>Primarios</b>	Escuela de Educación Básica Federación Deportiva de Cotopaxi
<b>Secundarios</b>	Unidad Educativa Rafael Vascones Gómez
<b>Superiores</b>	Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná “Carrera Ingeniería Electromecánica”
<b>Títulos obtenidos</b>	Bachillerato en Ciencias
<b>Idiomas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Español</li> <li>• Suficiencia en el Idioma Inglés B1</li> </ul>
<b>Cursos de capacitación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Curso en Instalaciones eléctricas domiciliarias-UTC La Maná</li> <li>• Curso de Auxiliar en Domótica - UTC La Maná</li> </ul>

## Anexo 4: Certificación de antiplagio.



**Anexo 5: Aval de traducción.****CENTRO  
DE IDIOMAS*****AVAL DE TRADUCCIÓN***

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

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“Implementación de un módulo didáctico para determinar la resistencia mecánica de los materiales para el laboratorio de la Universidad Técnica De Cotopaxi Extensión La Maná”**, presentado por **Cañizares Macias Alexander Mesias y Choez Valencia Jainer Alejandro**, egresados de la Carrera de: **Ingeniería Electromecánica**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

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

La Maná, agosto del 2023

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Wendy Elizabeth Núñez Moreira', is written over a horizontal dashed line.

Mg. Núñez Moreira Wendy Elizabeth  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC**  
CI: 0925025041

**Anexo 6:** Fotografías del proceso de elaboración del módulo.

En la siguiente imagen se muestra la elaboración de las barras fijas y móviles fueron realizadas en un torno para darle el diámetro requerido para la construcción del módulo.



**Autores:** Alexander & Alejandro (2023)



**Autores:** Alexander & Alejandro (2023)

En la siguiente imagen se muestra el proceso de corte de nuestras placas bases.



**Autores:** Alexander & Alejandro (2023)

En la siguiente imagen se muestra el proceso de perforación para la sujeción



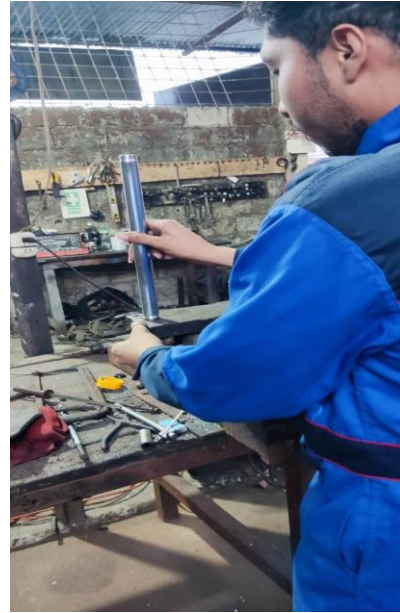
**Autores:** Alexander & Alejandro (2023)

En la siguiente imagen se muestra la colocación del cilindro en las bases.



**Autores: Alexander & Alejandro (2023)**

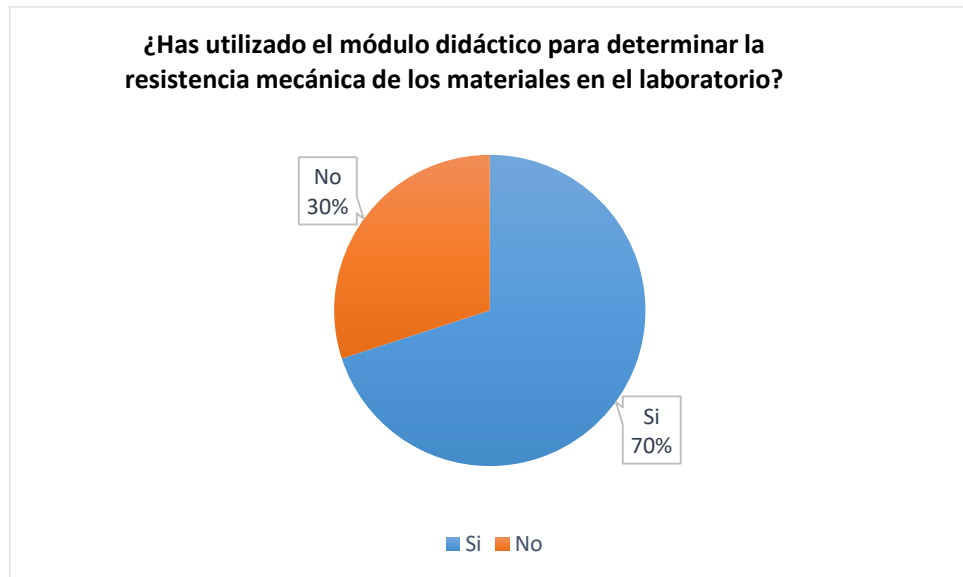
En la siguiente imagen se muestra la colocación de las barras en las bases



**Autores: Alexander & Alejandro (2023)**

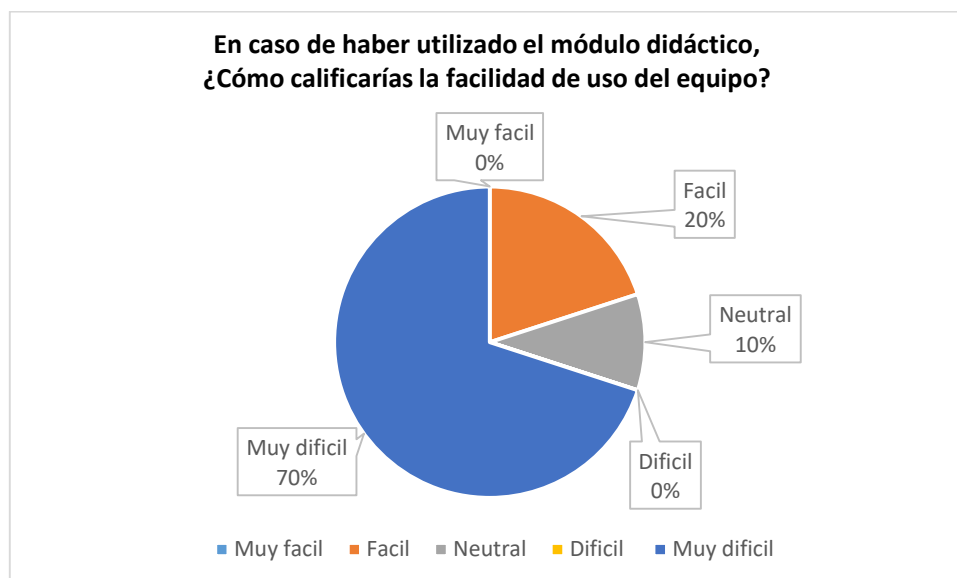
## Anexo 7: Encuesta

1. ¿Has utilizado el módulo didáctico para determinar la resistencia mecánica de los materiales en el laboratorio?



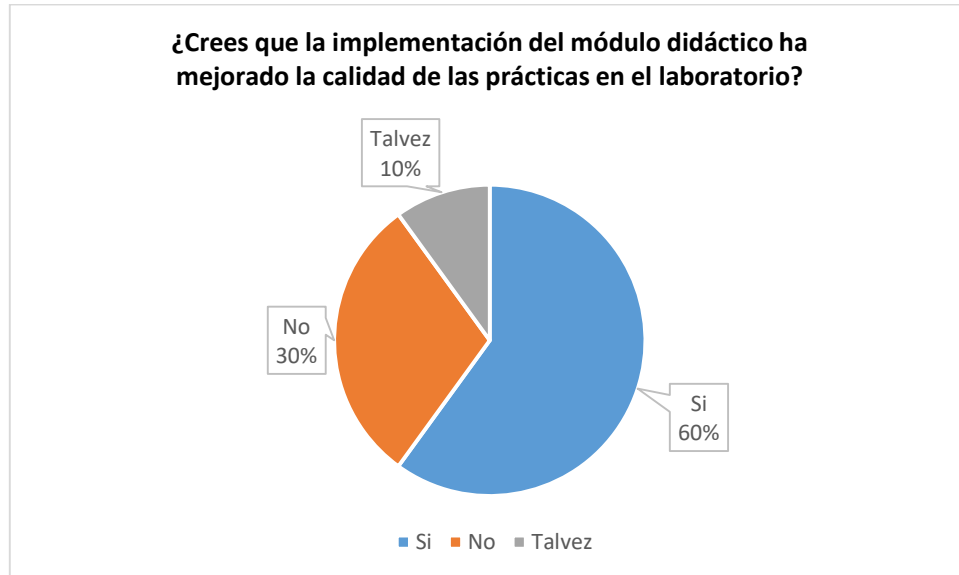
**Fuente:** Alexander & Alejandro

2. En caso de haber utilizado el módulo didáctico, ¿Cómo calificarías la facilidad de uso del equipo?



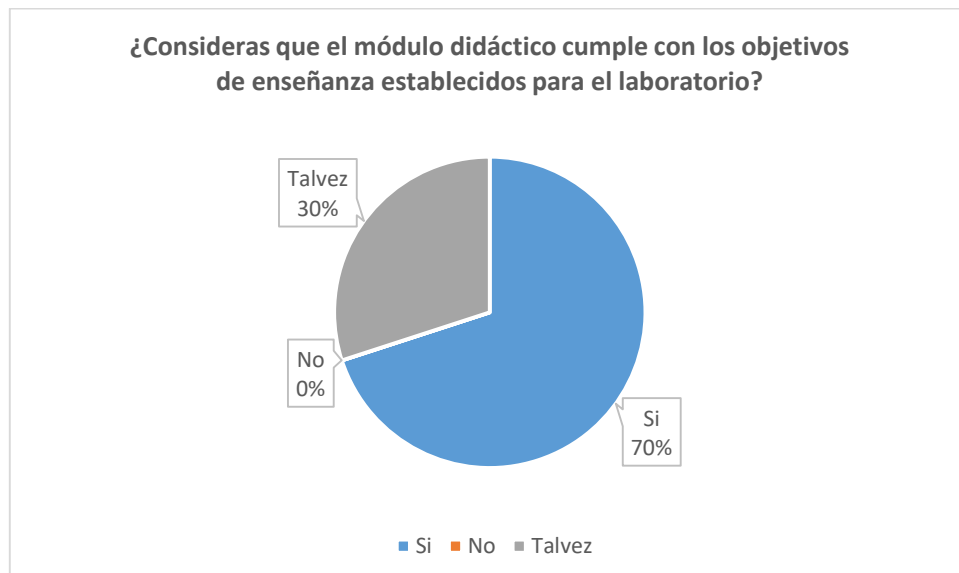
**Fuente:** Alexander & Alejandro

3. ¿Crees que la implementación del módulo didáctico ha mejorado la calidad de las prácticas en el laboratorio?



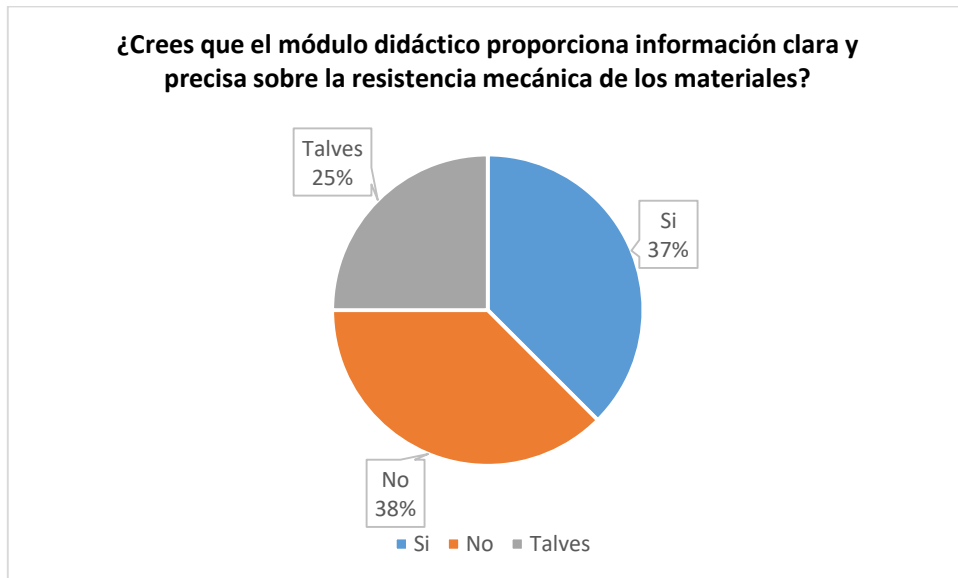
Fuente: Alexander & Alejandro

4. ¿Consideras que el módulo didáctico cumple con los objetivos de enseñanza establecidos para el laboratorio?



Fuente: Alexander & Alejandro

5. ¿Crees que el módulo didáctico proporciona información clara y precisa sobre la resistencia mecánica de los materiales?



**Fuente:** Alexander & Alejandro



## Anexo 8: Manual de mantenimiento

El mantenimiento es muy importante ya que permite mantener las condiciones óptimas y necesarias para que no existan fallas y así brindar un correcto funcionamiento y desempeño del sistema. Además de alargar su vida útil.

A continuación, se presentará una lista de recomendaciones para realizar mantenimiento a cada componente del sistema, actividades de mantenimiento a realizarse para garantizar un correcto funcionamiento y aumentar la disponibilidad del equipo. Realizar una limpieza al módulo después de finalizar cada práctica realizada podría garantizar el aumento de la vida útil de los componentes.

La siguiente tabla enumera los componentes principales y secundarios del sistema del módulo y los procedimientos que se deben realizar en cada componente durante el mantenimiento para proporcionar al operador las herramientas necesarias para realizar el mantenimiento de forma correcta.

Componente	Procedimiento	Detalles del procedimiento	Observaciones	Cada que tiempo
Motor	Limpieza	Mantener limpio el embobinado y escobillas para evitar fallos	Usar cepillo con cerda plástica para remover residuos	Semestral
	Medir vibraciones	Es muy importante ya que al producirse vibraciones puede afectar su funcionamiento	Para realizarlo debemos usar un medidor de vibraciones	semestral
	Medir la temperatura	La temperatura debe estar entre los 40-63 grados centígrados	Usar termómetro infrarrojo	semestral
Cilindro hidráulico	Limpieza	Limpiar el polvo con un paño o franela	Usar una franela seca para realizarlo	mensual
	verificación	Revisar que el cilindro no tenga fugas en		Semestral

		conexiones y empaquetadura		
--	--	----------------------------	--	--

Fuente: Alexander & Alejandro (2023)

**Programa de mantenimiento de la unidad hidráulica**

<b>Componente</b>	<b>subcomponente</b>	<b>procedimiento</b>	<b>Detalles</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Cada que tiempo</b>
Sistema hidráulico	Bomba hidráulica	Inspección	Verificar la presión de trabajo	El manómetro debe mantenerse entre los 1500 psi	mensual
	Filtros de la unidad hidráulica	Filtro	Cambio de filtro		Trimestralmente
	Ductos de succión y desgaste	Ajuste y verificación	Verificar la presión de succión y descarga	Observar que los manómetros se encuentren entre los 1500 psi	Mensualmente

Fuente: Alexander & Alejandro (2023)

Anexo 9: Planos del módulo didáctico

