



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TEZIUTLÁN

Tesis



“Diseño de sistema de apoyo al proceso enseñanza
aprendizaje de la ingeniería mecatrónica, basado en
tecnologías emergentes”

PRESENTA:

FELIX ALBERTO MARTINEZ GUZMAN

CON NÚMERO DE CONTROL
19TE0484

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECATRÓNICO

CLAVE DEL PROGRAMA ACADÉMICO
IMCT-2010-219

DIRECTOR (A) DE TESIS:
M.I.M LUIS MANUEL GARCIA MARTINEZ

“ La Juventud de hoy, Tecnología del Mañana”



TEZIUTLÁN, PUEBLA, FEBRERO 2024

PRELIMINARES

AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente a todas las personas que me apoyaron, a todos mis amigos y compañeros que esta aventura me dejó, tanto con los que inicié que desgraciadamente no están ahora y a todos aquellos que, junto a mí, logramos terminar la carrera.

A mi hermana Maricarmen que con sus consejos siempre me apoyó. Por esa confianza que siempre tuvo en mí, una confidente que estuvo conmigo en los mejores y peores momentos a pesar de la distancia.

A todos mis docentes que fueron parte de mi formación académica, resaltando a mi asesor, el maestro Luis Manuel, por sus consejos, su apoyo en todo momento y más allá de una docente o asesor, un gran amigo e inspiración para mí.

A mi pareja Vanessa que sinceramente le debo más de lo que podría llegar a mencionar, todo lo que hizo. Su amor que de gran motivación me sigue llevando a lograr crecer cada día más, una persona que le agradezco a la carrera haberla puesto es mi camino y que gracias al destino espero siempre este conmigo.

Más sin embargo si alguien le debo llegar aquí, es a mi madre María Evelia, que desde un principio confió en mí, que me apoyó en todo este proceso tan largo y difícil, sin dudarle este logro también es tuyo, de igual manera a mi padre Alberto que ha sido un pilar en mi formación tanto como persona y profesionalmente, un amigo sin igual, ambos una parte vital de mí.

iiiGRACIAS!!!

RESUMEN

El problema abordado se centra en la deficiencia en la generación de conocimientos sólidos en materias de alta complejidad en la rama de la mecánica, dentro de la carrera de Ingeniería Mecatrónica. Este problema se atribuye a varios problemas secundarios, incluyendo la falta de un método de enseñanza estandarizado en el contexto post pandemia, la carencia de inclusión de tecnologías innovadoras, y la insuficiencia de equipo e infraestructura para una enseñanza efectiva. La solución propuesta es un diseño de equipo didáctico que busca apoyar el desarrollo de nuevos conocimientos fomentando la curiosidad de los alumnos. Como resultado significativo, se logra formular métodos funcionales de enseñanza-aprendizaje apropiados para el nivel universitario. Las principales conclusiones apuntan a la importancia de impulsar la participación de los estudiantes, y estos logren entender mejor los temas, aunque se reconoce que la evolución de las formas de aprender y la variación en la aceptación del proceso podrían influir en cambios futuros. Mismos cambios que dependen de las variables identificadas, estas incluyen la dificultad de los temas de mecánica, los aspectos que representan mayor complejidad para los alumnos, las condiciones y características de la enseñanza en clase, así como el nivel de compromiso de los estudiantes, de la misma forma la aceptación del proyecto tanto por parte de los alumnos como de los docentes de la carrera de Ingeniería Mecatrónica en el ITST.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad se viven diversos cambios en la sociedad, ya que hace no mucho tiempo terminó la pandemia por el SARS-Cov-2, coloquialmente conocido como COVID-19. Esta enfermedad puso a prueba la sociedad, la obligo a adaptarse para poder continuar con el desarrollo humano. El proceso fue largo y bastante complicado ya que a nivel mundial se tuvieron que tomar diversas medidas para evitar decesos, ya que este virus tuvo una alta tasa de mortalidad. La población sufrió varias transformaciones, como lo fue confinarse para evitar cualquier contacto con más personas, esto ocasionó que procesos como el comercio, el transporte, el turismo y la educación se vieran afectados. Todas estas se vieron en la necesidad de generar formas de afrontar esta pandemia, en cuanto a la enseñanza, se optó por realizar clases en línea, esto tuvo un impacto positivo para la salud, ya que tanto estudiantes como docentes confinados en sus hogares, hicieron la posibilidad de contagio casi nula. Pero en tema educacional se generaron brechas en cuanto a variables que afectaban el correcto aprendizaje, como fueron la falta de conexión a internet, un espacio adecuado en casa para estudiar, métodos adecuados para la educación a distancia, que en ese momento cuando inició la pandemia, la sociedad tanto mentalmente y en cuanto a infraestructura, no estaba preparada para los cambios que esta trajo. La educación a distancia durante pandemia provocó bastantes cambios que a su vez ocasiono cambios al proceso de enseñanza-aprendizaje aplicado antes de la pandemia. Para muchos estudiantes más allá de tomar clase, era solo un trámite de pasar lista y entregar tareas, ya que no todos hacían el mismo esfuerzo que en clases presenciales. De la misma forma para los maestros fue un proceso el poder adaptarse a este sistema, al igual que los estudiantes, porque no todos los docentes, hacían de la mejor forma su trabajo, todo esto estuvo sujeto a un sinnúmero de variables de ambas partes. Por ejemplo, muchos jóvenes prefirieron interrumpir sus estudios ya que optaron por la opción de trabajar o simplemente apoyar en casa, encuestas arrojaron que en el ciclo 2019-

2020 el 58.7 de los estudiantes que dejaron de estudiar fue por el COVID-19(INEGI,2020). Con lo antes dicho es imposible el continuar con los métodos pre pandemia, por ello docentes y alumnos deben buscar la forma de generar o aprender conocimientos sólidos. En cada uno de los niveles académicos, afectó en diferentes formas ya que no es lo mismo, lo instruido en preescolar, a las necesidades a nivel licenciatura, así mismo el nivel de complejidad de los temas a lo largo de una carrera universitaria son bastante mayores a los analizados en niveles inferiores. Cabe señalar la importancia de mencionar que de las personas que están estudiando en la universidad actualmente, en su mayoría pasaron sus últimos años de bachiller en sistema en línea, y de la noche a la mañana regresaron a un aula de clases, pero en esta ocasión ya en la universidad. El proyecto presentado en este documento es una propuesta de equipo didáctico, de apoyo para el proceso de enseñanza-aprendizaje en la carrera de ingeniería en mecatrónica. Que, para los alumnos, busca una forma en la que podrán estudiar temas que pueden ser complejos, también podrán participar más en las clases, y lograr enlazar lo visto en el aula, con casos de la vida real que pueden generar conocimientos más sólidos. Por el otro lado, para los profesores ofrece ayuda para poder hacer clases más amigables y fáciles de digerir, una herramienta para encender la chispa de la curiosidad que muchas veces no tienen los alumnos, misma que tiene una gran importancia en el proceso de aprendizaje, Judy Willis, quien es neuróloga y educadora, propone que en el entorno escolar se promueva la curiosidad entre los estudiantes mediante la introducción de elementos innovadores e inesperados que propicien la creación de nuevas vivencias. La propuesta parte de los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de ingeniería en mecatrónica. El diseño y modelado está elaborado en CAD en el software SOLIDWORKS. Diseños que impresos en 3D, forman estructuras que, con ayuda de sensores de fuerza se observa el cómo es que estas reaccionan ante cargas como lo hacen en la vida real. Esto de la mano de las clases busca beneficiar a la enseñanza-aprendizaje es decir de forma positiva apoyar al aprendizaje de los alumnos y a los profesores en sus clases.

INDICE GENERAL

PRELIMINARES	II
AGRADECIMIENTOS	III
RESUMEN	IV
INTRODUCCIÓN	V
INDICE GENERAL	VII
CAPÍTULO I	1
1.1 Descripción de la empresa u organización y del puesto del área del estudiante	2
Datos generales de la empresa	2
Dirección	3
Misión	3
Visión	3
Política de igualdad laboral y no discriminación	3
Política ambiental	4
Estructura Organizacional	5
Infraestructura	5
Caracterización del área de participación	6
1.2 Problemas de investigación a resolver, priorizados	7
1.3 Preguntas de investigación	8
1.4 Objetivos	8
1.4.1 Objetivo general	8
1.4.2 Objetivos específicos	8
1.5 Justificación de la investigación	9
CAPÍTULO II	10
MARCO TEÓRICO	10
2.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS	11
2.1.1 Proceso enseñanza aprendizaje	11
2.1.2 Modelo de enseñanza constructivista	12

2.1.3 Sistemas didácticos de apoyo	14
2.1.4 Mecatrónica.....	16
2.1.5 Estática	18
2.1.6 Diseño de elementos mecánicos	21
2.1.7 Mecánica de materiales	21
2.1.8 Modelado y simulación asistida por computadora	24
2.1.9 Impresión 3D y manufactura aditiva.....	25
CAPÍTULO III	30
3.1 Aplicación de encuestas para el análisis de la situación actual	31
3.2 Sistemas, investigaciones y artículos previos	42
CAPÍTULO IV	48
DESARROLLO Y METODOLOGIA	48
4.1 PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS.....	49
4.1.2 Metodología de actividades.....	49
4.1.3 Estrategia global de la solución.....	50
4.1.4 Sub problemas.....	50
4.2 ALCANCE Y ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	51
4.2.1 Alcances.....	51
4.2.2 Limitaciones	51
4.2.3 Hipótesis	52
4.3 DISEÑO Y METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN	52
4.4 SELECCIÓN DE LA MUESTRA	53
4.5 RECOLECCIÓN DE DATOS.....	53
4.7 SELECCIÓN DEL INSTRUMENTO	54
4.8 PROCEDIMIENTO	54
4.8.1 Selección de armaduras	55
4.8.2 Diseño de las dimensiones de las armaduras seleccionadas	59
4.8.3 Cálculo de esfuerzo por método de nodos	61

4.8.4 Selección de perfil a implementar	79
4.8.5 Propuesta de dimensiones para el perfil	80
4.8.6 Cálculo del centroide y momento de inercia	82
CAPÍTULO V	92
CAPÍTULO VI	100
CONCLUSIONES	100
6.1 CONCLUSIONES DEL PROYECTO, EXPERIENCIAS PROFESIONAL Y PERSONAL ADQUIRIDA	101
6.4 LIMITACIONES DEL MODELO PLANTEADO.....	102
6.5 RECOMENDACIONES	102
CAPÍTULO VII	103
COMPETENCIAS DESARROLLADAS.....	103
CAPÍTULO VIII.....	106
FUENTES DE INFORMACIÓN	106
CAPÍTULO IX	109
ANEXOS	109
Anexo 1. Instrumento de recolección de datos dirigido a los alumnos de ingeniería mecatrónica.	110
Anexo 2. Gráficas sobre los resultados obtenidos en la recolección de información a los estudiantes.....	113
Anexo 3. Instrumento de recolección de datos dirigido a los docentes de ingeniería mecatrónica.	118
Anexo 4. Gráficas sobre los resultados obtenidos en la recolección de información a los docentes	121
Anexo 5. Croquis de la pieza denominada Unión	126
Anexo 6. Croquis de las vigas del sistema.....	127
Anexo 7. Asignación de asesor(a), comisión revisora, entrega de trabajo profesional y dictamen	128
Anexo 8. Carta de autorización del(la) autor(a) para la consulta y publicación electrónica de investigación.....	129

Anexo 9. Licencia de uso	130
--------------------------------	-----

CAPÍTULO I

GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 Descripción de la empresa u organización y del puesto del área del estudiante

Teziutlán ha sido a lo largo de la historia un importante centro de progreso económico en la región Nororiental del Estado de Puebla. Inicialmente, su desarrollo se fundamentó en la industria minera y metalúrgica, luego en la fruticultura y ganadería, y más recientemente en la confección de prendas de vestir. Es natural que la actividad industrial haya propiciado el crecimiento de otras áreas económicas como el comercio, el transporte, los servicios financieros y, de manera significativa, la educación. El campus Teziutlán del Tecnológico Nacional de México, en sintonía con las demandas de la sociedad y los principios establecidos en la Ley de Educación del Estado de Puebla, se posiciona como una institución consolidada. Su objetivo primordial es proporcionar una educación de calidad, moderna y eficaz, orientada al servicio y adaptada a las necesidades e intereses de la población. Asimismo, se compromete a fomentar el uso transparente y eficiente de los recursos humanos, materiales y financieros disponibles, cumpliendo de manera puntual con sus programas de trabajo. Actualmente el ITST ofrece 6 licenciaturas que como resultado del esfuerzo para el cumplimiento de estándares de calidad educativa el instituto ha obtenido acreditaciones internacionales.

El campus Teziutlán del Tecnológico Nacional de México instaure, ejecute, conserve y busca constantemente la mejora de su Sistema de Gestión de Calidad conforme a las disposiciones establecidas en la Norma ISO 9001:2015

Datos generales de la empresa

El instituto tecnológico Superior Teziutlán es una institución educativa ubicada en la ciudad de Teziutlán, que corresponde al estado de Puebla. Actualmente ofrece diferentes profesiones, tales como: ingeniería industrial, ingeniería en gestión empresarial, ingeniería en industrias alimentarias, ingeniería en sistemas computacionales, ingeniería informática e ingeniería mecatrónica, y una maestría en sistemas computacionales.

La institución proporciona una enseñanza de calidad superior, contemporánea y eficaz, centrada en el servicio y adaptada a las necesidades e intereses individuales. Fomenta la gestión transparente y eficiente de los recursos humanos, materiales y financieros disponibles, cumpliendo con precisión los horarios laborales establecidos.

Dirección

Fracción I y II S/N, Aire Libre, Teziutlán, Puebla; C.P. 73960.

Giro de la empresa

Es una institución de educación superior pública con giro Terciario.

Misión

El instituto Tecnológico Superior de Teziutlán tienen como Misión, formar Profesionales que se constituyan en agentes de cambio y promuevan el desarrollo integral de la sociedad, mediante la implementación de procesos académicos de calidad.

Visión

Llegar a ser la Institución de Educación Superior Tecnológica más reconocida en el Estado de Puebla, que ofrezca un proceso de Enseñanza – Aprendizaje certificado, comprometido con la excelencia académica y la formación integral del Alumno, contribuyendo al desarrollo sustentable, económico, político y social de nuestro Estado.

Política de igualdad laboral y no discriminación

El Director General del Tecnológico Nacional de México expresa su compromiso con la defensa de los derechos humanos. Dentro de su ámbito de responsabilidad, asegurará la igualdad sustantiva entre mujeres y hombres en sus derechos laborales, así como el derecho fundamental a la no discriminación en los procesos de ingreso, formación y promoción profesional, además de las condiciones de trabajo. Queda estrictamente prohibido el maltrato, la violencia y la segregación por parte de las

autoridades hacia el personal, así como entre los miembros del personal, en relación con cualquier forma de distinción, exclusión o restricción basada en el origen étnico o nacional, apariencia física, cultura, sexo, género, edad, discapacidad, condición social o económica, condiciones de salud, embarazo, lengua, religión, opiniones, preferencias sexuales, estado civil, situación migratoria o cualquier otro factor que pueda afectar el reconocimiento o ejercicio de los derechos y la igualdad real de oportunidades.

Política ambiental

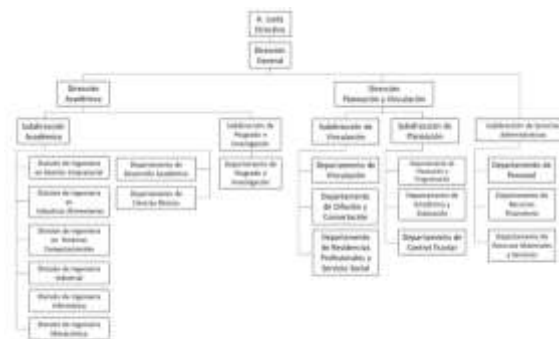
El Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán se compromete basado en su Alcance a mantener y mejorar su Sistema de Gestión Ambiental basado en la Norma ISO 14001:2015, para prevenir la contaminación, el uso sostenible de recursos, la mitigación y adaptación al cambio climático, la protección de la biodiversidad y de los ecosistemas pertinentes a su contexto en su proceso educativo, el cumplimiento de aquellos requisitos legales y otros requisitos identificados en sus aspectos ambientales y la mejora del desempeño ambiental.

Estructura Organizacional

La Dirección General del Instituto Tecnológico de Teziutlán está a cargo de la Mtra. Armindá Juárez Arroyo.

El jefe de la División de Ingeniería Mecatrónica y al mismo tiempo ejerce como asesor externo del proyecto de residencia profesional es el M. en C. Julio César Camargo Santos.

Estructura orgánica ITST



Número de registro: **GEP1719/09/00012A/11/18**

Infraestructura

El área espacial del Instituto es de 12 hectáreas, donde se encuentra un conjunto de 06 edificios conformado por:

- 1) Edificio de Unidad Administrativa
- 2) Laboratorio de Química
- 3) Edificio de Biblioteca, Dirección General
- 4) Edificio de Unidad Académica
- 5) Edificio Multifuncional de Talleres y Laboratorios
 - Laboratorio de Simulación
 - Laboratorio de Manufactura
 - Laboratorio de Electricidad
 - Laboratorio de Mecatrónica
 - Laboratorio de Ergonomía

- Laboratorio de Electrónica
- Laboratorio de Mercadotecnia
- Laboratorio de Ciencias Básicas

6) Clases

El Tecnológico cuenta con 24 aulas que tienen una capacidad de albergar a 40 personas, (además tienen instalado un pizarrón y un proyector).

Aula con pizarrón y proyector instalado



Además, el tecnológico cuenta con espacios de apoyo.

- Área para actividades extraescolares
- Área de papelería escolar
- Área de consultorio médico escolar
- Área de almacén general
- Área de auditorio cafetería
- Área de planeación, programación y presupuestación

Caracterización del área de participación

División de ingeniería mecatrónica: la división de ingeniería mecatrónica está compuesto por un jefe de carrera, un grupo de profesores y con el objetivo de orientar a los jóvenes para que alcancen logros en ingeniería.

Un egresado de ingeniería mecatrónica tendrá la capacidad de analizar, criticar e innovar, lo que le permita diseñar, proyectar, construir, innovar y gestionar sistemas

de control y automatización industrial con métodos modernos para satisfacer las necesidades de los sectores de producción y servicios; razonable, uso, económico y sostenible de los recursos

1.2 Problemas de investigación a resolver, priorizados

La problemática de la cual nace la idea de este proyecto, es la dificultad que han tenido los profesores y estudiantes de la carrera universitaria de ingeniería en mecatrónica, para adaptarse nuevamente a las clases presenciales después del lapso de pandemia donde las clases eran en línea. Es decir, recuperar un buen nivel de enseñanza-aprendizaje utilizando material didáctico innovador relacionado con materias de alta complejidad introduciéndolas a temas de la vida cotidiana. La realización de este proyecto propone un sistema mecatrónico, que estará compuesto por piezas ensamblables impresas en 3D, un sistema electrónico y una interfaz de usuario. Poniendo en práctica la metodología aplicada a la enseñanza que interviene en clase, usando material didáctico para diversas prácticas.

Como disminuir la deficiencia en la correcta generación de conocimientos sólidos por el proceso de enseñanza-aprendizaje en materias de alta complejidad en rama de la mecánica dentro de la carrera de ingeniería mecatrónica, de la misma los subproblemas que generan lo anterior mencionado, como lo es el desarrollo del método de enseñanza aplicado en las aulas post pandemia, deficiencia en la inclusión de tecnologías innovadoras para la enseñanza, falta de equipo y o infraestructura adecuado para desarrollar materias que puedan proporcionar a los alumnos la oportunidad de presenciar y analizar la práctica de la teoría vista en clase. Un ejemplo de esto es en la materia de diseño de elementos mecánicos, en el comprender cómo se puede pronosticar con cálculos matemáticos la reacción de una estructura cuando se le aplica una fuerza, cuanto puede resistir antes de deformarse o fallar (rotura). El prototipo cuenta con factibilidad económica, tecnológica y humana, ya que los materiales para la construcción de este, se encuentran disponibles en la institución donde se lleva a cabo el proyecto, así como

equipo para la manufacturación y personal humano adecuado para realizar adecuadamente el proyecto.

1.3 Preguntas de investigación

- ¿Cuáles son los problemas que enfrentan los estudiantes para adquirir competencias?
- ¿Cómo se pueden tratar dichos problemas?
- ¿La mecatrónica puede brindar una solución viable para apoyar al proceso enseñanza-aprendizaje?

1.4 Objetivos

Estos objetivos proporcionan una guía y un marco de referencia para el trabajo investigativo, ayudando a definir el alcance del estudio y orientando el enfoque de la investigación. Al establecer objetivos específicos, medibles, alcanzables, relevantes y con un tiempo determinado, se facilita la planificación y ejecución del proyecto, así como la evaluación de su éxito o cumplimiento. Además, los objetivos ayudan a mantener el enfoque y la coherencia en el desarrollo del trabajo.

1.4.1 Objetivo general

Proponer un sistema mecatrónico de apoyo al proceso enseñanza-aprendizaje de la ingeniería, para mejorar la adquisición de competencias en estudiantes que cursan materias del área de mecánica, aplicando técnicas de diseño y modelado por computadora.

1.4.2 Objetivos específicos

1--Identificar las principales dificultades y desafíos que enfrentan los estudiantes de ingeniería mecatrónica al adquirir competencias en las materias del área de mecánica.

2-Describir posibles soluciones basadas en el análisis de las dificultades y necesidades identificadas para así desarrollar un beneficio educativo.

3-Diseñar un sistema mecatrónico de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje que integre tecnologías y recursos didácticos adecuados para mejorar la adquisición de competencias en los estudiantes.

1.5 Justificación de la investigación

Después de la pandemia se vio afectada la dinámica de enseñanza-aprendizaje ya que al regresar a las aulas de estudio donde los colegiados no eran los mismos a los alumnos pre pandemia, esto tuvo repercusiones graves al modelo de enseñanza, ya que tanto alumnos como docentes, no son del todo capaces de adaptarse para generar conocimientos firmes con las clases comunes en la universidad. Es muy importante el que los estudiantes de una carrera universitaria que posteriormente serán profesionistas laborando en la industria, tengan los conocimientos y capacidades de calidad, para tener un impacto positivo en la sociedad. El proyecto busca apoyar al sistema enseñanza-aprendizaje en la carrera de ingeniería en mecatrónica dando herramientas a los alumnos como a los docentes para generar conocimientos más sólidos en materias que suelen tener un alto nivel de complejidad, con ello lograr formar egresados capaces con competencias bien logradas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

En esta sección del trabajo, se exploran y analizan teorías, conceptos y enfoques relevantes relacionados con el tema de investigación. Se revisa la literatura existente para identificar las ideas clave, los debates actuales y las lagunas en el conocimiento. Además, se examinan investigaciones previas y enfoques metodológicos utilizados por otros investigadores para abordar problemas similares.

2.1.1 Proceso enseñanza aprendizaje

El proceso de aprendizaje es un pilar para el adecuado progreso educacional de las personas, partiendo desde la educación impartida en preescolar, primaria, secundaria y en la profesional. En la actualidad se deben implementar estrategias de estudio adaptado para las nuevas tecnologías de la información. Gerardo Meneses (2007) habla sobre el sistema basado en comprender la relación docente y alumno, mediante contenidos, estrategias y prácticas. Lo divide en tres partes vitales para un correcto sistema de aprendizaje-enseñanza, la primera de estas, la comunicación como medio de transmisión de conocimiento, la segunda, los sistemas y su correcta implementación, simulando un sistema de control de lazo abierto, con una entrada, proceso y una salida, y por último los resultados obtenidos mediante objetivos o metas curriculares junto a la guía para conseguirlos.

Así mismo, cada individuo presenta diversas maneras de comprender y aprender, por lo que la modalidad de aprendizaje está directamente vinculada con la metodología de enseñanza proporcionada por el educador o cualquier persona que comparta sus conocimientos con un estudiante o aprendiz. La enseñanza abarca un ámbito extenso, ya que implica conocer las distintas formas de aprendizaje de los seres humanos. No se trata solo de transmitir información, sino de cómo se comunica y cómo las personas asimilan dicha información. Aunque existen diversas metodologías de enseñanza-aprendizaje, es crucial comprender los pilares fundamentales del aprendizaje, que incluyen la atención, la motivación, la memoria y la comunicación, todos los cuales desempeñan un papel crucial en el proceso educativo. Según Kolb (1984), los estudiantes pueden beneficiarse más mediante la

experiencia concreta, la observación reflexiva, la conceptualización abstracta y la experimentación activa. Por lo tanto, un enfoque didáctico efectivo debería permitir una variedad de métodos de aprendizaje para adaptarse a las preferencias individuales de los estudiantes. Para una persona común, algunas materias o temas dentro de una carrera universitaria suelen resultar complicados debido a las características y debilidades inherentes a la condición humana, ya que la perfección no es alcanzable. En la formación de un ingeniero, las materias a menudo son desafiantes debido a su nivel de complejidad. La dificultad puede atribuirse a la inadecuada transmisión de conocimientos por parte de los profesores, la falta de comprensión por parte de los estudiantes o la propia complejidad del tema. Además, la formación de muchos profesores se basa en métodos educativos obsoletos, lo que puede generar barreras en la relación alumno-docente. Morris y Tracey (2016) señalan que la enseñanza efectiva en ingeniería debe ser interactiva, participativa y centrada en el estudiante.

Asimismo, existen desafíos desde el lado del aprendizaje, como la irresponsabilidad, el sedentarismo, la falta de interés y distracciones que afectan la concentración. A nivel universitario, se espera que los estudiantes cuenten con un nivel de comprensión y madurez suficiente para tomar decisiones adecuadas, aunque a veces estas cualidades se descuidan.

2.1.2 Modelo de enseñanza constructivista

La pedagogía ocupa un lugar central cuando se abordan temas de educación o enseñanza, ya que sirve como base para el desarrollo de modelos de enseñanza. De ahí se deriva la forma en que se imparten las clases y cómo se busca impartir nuevos conocimientos a los alumnos. En los diversos niveles educativos, se requieren diferentes estrategias y metodologías de aprendizaje, dado que la madurez mental de los alumnos aumenta con el tiempo. El modelo constructivista es ampliamente utilizado en entornos educativos. Al analizar sus fundamentos, se observa que proporciona a los estudiantes una manera propia de construir conocimientos basados en sus percepciones personales de los temas tratados en clase. Al generar

sus propias conclusiones, el docente asume el papel de guía, utilizando exposiciones de temas y aplicando actividades como el uso de software o equipos de simulación. Esto le permite mostrar a los alumnos la misma teoría, pero añadiendo una perspectiva personal sobre su aplicación. Varios psicólogos enfocados en el estudio de la enseñanza con enfoque constructivista destacan la importancia de la colaboración entre padres, docentes y la sociedad como elementos fundamentales para el desarrollo de los estudiantes. Jean Piaget, un destacado psicólogo suizo, en su teoría conocida como aprendizaje de Piaget, sostiene que los estudiantes construyen su conocimiento mediante experiencias que involucran la manipulación de objetos y la interacción con personas que los ayudan a formar conclusiones sobre su entorno.

Tabla 2.1

Tabla comparativa entre modelo de enseñanza tradicional y constructivista.

Aspecto	Tradicional	Constructivista
Proceso educativo	El centro de enfoque es el maestro.	El centro de enfoque es el alumno.
Valores	Son educados como una materia de clases.	Se promueven y los viven dentro del aula, día a día.
Maestro	La única autoridad es incuestionable.	La autoridad es compartida, todo es cuestionable.
Fuente de conocimiento	El maestro y los libros escolares.	Todo a su alrededor.
Preparación	El colegio asume solo un nivel intelectual y de desarrollo en el salón.	El colegio esta consistente de que hay niveles intelectuales y de desarrollo.

Enfoque del programa académico	Garantiza mayor importancia a la adquisición del conocimiento .	Adquirir conocimientos es igual de importante, que el desarrollo de habilidades y actitudes.
Aprendizaje	Enciclopédico y de corto plazo.	Relevante, significativo y permanente.
Estrategias de evaluación	Dan más importancia a exámenes memorísticos.	Actividades individuales, trabajo en grupos, exposiciones, debates, tareas de desempeño, visitas escolares son algunas de las estrategias y dinámicas empleadas.

2.1.3 Sistemas didácticos de apoyo

Los sistemas didácticos de apoyo son herramientas educativas diseñadas para respaldar y fortalecer el desarrollo de la enseñanza y aprendizaje. Estos sistemas utilizan enfoques pedagógicos como tecnológicos para ofrecer un apoyo más efectivo, personalizado a educadores y estudiantes. Se refiere a sistemas o herramientas diseñadas para proporcionar apoyo en el ámbito educativo y formativo, mismos que están diseñados con un enfoque pedagógico para hacer sencillo el aprendizaje y la comprensión de lo analizado en clase. Se puede considerar el dividir en los diferentes tipos de sistemas de apoyo, por la aplicación y finalidad de cada uno:

1. Sistemas didácticos de apoyo en la enseñanza:

- Se refiere a herramientas educativas, como software interactivo, plataformas en línea, o recursos multimedia, diseñadas para ayudar a los educadores en la transmisión de conocimientos de manera efectiva.

2. Sistemas didácticos de apoyo para estudiantes:

- Puede implicar herramientas específicamente diseñadas para beneficiar el aprendizaje para estudiantes, como tutoriales interactivos, plataformas de aprendizaje en línea, o sistemas adaptativos que se ajustan a las necesidades individuales.

3. Sistemas didácticos de apoyo al desarrollo profesional:

- Con contexto del desarrollo profesional, podría referirse a sistemas diseñados para mejorar la capacitación laboral, como simuladores, programas de entrenamiento virtual, o entornos de aprendizaje basados en la práctica.

4. Sistemas didácticos de apoyo tecnológico:

- Puede incluir herramientas digitales y tecnológicas que complementan la enseñanza tradicional, como aplicaciones móviles educativas, plataformas de colaboración en línea, o sistemas de evaluación automatizados.

De la misma forma es importante comprender las características de los sistemas, mismas que contribuyen a que el sistema sea funcional, ya que el aprendizaje depende de variables un tanto complejas el diseño del sistema debe ser adecuado, algunas de las características son:

a) Interactividad:

Por lo general, los sistemas didácticos tienden a ser interactivos, facilitando la participación activa de los estudiantes en el proceso de aprendizaje. Estos sistemas

pueden incorporar actividades, simulaciones y juegos educativos como parte integral de la experiencia educativa.

b) Adaptabilidad:

Ciertos sistemas están concebidos para adaptarse a las necesidades particulares de cada estudiante, ofreciendo así un aprendizaje más personalizado y ajustado a su propio ritmo y estilo de aprendizaje.

c) Feedback Instantáneo:

Proporcionan retroalimentación en tiempo real, permitiendo que los estudiantes comprendan rápidamente, mejorando su desempeño y puedan corregir errores.

d) Multimedia:

Muchos sistemas incorporan elementos multimedia, como videos, imágenes y gráficos, para hacer el contenido más visual y atractivo.

e) Accesibilidad:

La mayoría de los sistemas didácticos están diseñados para ser accesibles desde diversos dispositivos, facilitando el aprendizaje en entornos presenciales o virtuales.

Para el desarrollo de este proyecto se deben considerar varios temas de los cuales intervendrán en la adecuada metodología del proyecto, de la misma forma se tocan temas con relación al proceso de aprendizaje que gran importancia tiene para el desarrollo de este trabajo, que tiene como finalidad el mejorar el proceso de aprendizaje de temas analizados a lo largo de las materias mecánicas del desarrollo del ingeniero en mecatrónica.

2.1.4 Mecatrónica

Para iniciar el proyecto, resulta crucial abordar la mecatrónica como una disciplina dentro de la ingeniería que fusiona diversas áreas de la ciencia, entre las que se incluyen la computación, el control de sistemas, la mecánica y la electrónica. Se

seleccionan distintos temas de estas áreas para crear una disciplina integradora que abarque todos estos aspectos, posibilitando la convergencia de las cuatro áreas y generando ideas, propuestas o proyectos integrales. Aunque no se busca especialización en un área particular, la mecatrónica busca un equilibrio que permite abordar de manera integral diversos trabajos. En el ámbito industrial, la presencia de ingenieros mecatrónicos es común debido a su capacidad para afrontar desafíos que requieren conocimientos interdisciplinarios. Como se destaca en la Universidad Tecmilenio (2023), "Industrias de todo el mundo dependen de la automatización y la robótica, lo que significa que hay una oferta constante de oportunidades de trabajo para las y los ingenieros mecatrónicos." Esta perspectiva subraya la importancia y demanda de profesionales mecatrónicos en el desarrollo industrial, donde la habilidad para integrar conocimientos de diversas áreas se convierte en un activo invaluable.

Dado lo anterior, y con el objetivo de mejorar la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje para aquellos estudiantes verdaderamente interesados en consolidar conocimientos sólidos, se ha reflexionado sobre cómo optimizar la transmisión de los temas por parte de los docentes. La meta es evitar la generación de rezago en los estudiantes y facilitar un entendimiento más efectivo de los contenidos. Este enfoque se ha aplicado a temas específicos como la estática, el estudio de las vibraciones mecánicas y el diseño de elementos mecánicos, entre otros, en el contexto de la carrera de ingeniería en Mecatrónica. Es relevante señalar que, aunque este trabajo se fundamenta en los temas propios de la ingeniería en Mecatrónica, su impacto podría extenderse a otras disciplinas universitarias, como Arquitectura o Ingeniería Civil. Se reconoce que existen investigaciones previas en esta área, especialmente en el ámbito arquitectónico, donde se abordan temas similares a los presentados en este documento. Es importante mencionar que ya existen una variedad de trabajos que exploran este tema, especialmente en la arquitectura, donde es común realizar análisis similares a los abordados en este documento. Además, es relevante destacar la existencia de productos que

comparten similitudes con la propuesta aquí presentada, si bien con variaciones en diseño, materiales y construcción.

2.1.5 Estática

En la segunda fase, que aborda el diseño del prototipo, es esencial destacar la importancia del estudio de elementos mecánicos, un tema integral que abarca diversas disciplinas. Entre ellas, la estática se erige como un pilar fundamental al analizar las fuerzas que actúan sobre un cuerpo o objeto estático. Este análisis se realiza a través de la aplicación de fuerzas y la modelación con diagramas de cuerpo libre, donde se representan apoyos, empotramientos, y otros elementos. Este enfoque es crucial para obtener el análisis de las estructuras de vigas, una parte esencial en el diseño de los elementos mecánicos que conformarán la estructura del prototipo. Según Beer y Johnston (2009), el entendimiento del equilibrio del cuerpo rígido es esencial para el análisis de estructuras y constituye un paso previo antes de abordar temas más complejos. En este contexto, también se exploran las características de las armaduras, sistemas compuestos por eslabones o miembros estructurales que se conectan en puntos específicos. Estos puntos deben ser rígidos para garantizar estabilidad estática, y comúnmente se diseñan con formas geométricas como triángulos equiláteros o isósceles. Las armaduras desempeñan un papel crucial en el análisis estático, y para carreras como ingeniería civil o arquitectura, su comprensión es esencial. Como destaca Ingeweek (2022), "La evaluación de armaduras es fundamental en el ámbito de la ingeniería, ya que a través de un análisis preciso se puede realizar el diseño y la construcción de estructuras de gran envergadura, como puentes, techos de coliseos, galpones, naves, entre otros." Este reconocimiento subraya la relevancia práctica y aplicada del análisis de armaduras en proyectos de ingeniería a gran escala.

Para el diseño de los componentes de la armadura que compondrán el sistema es fundamental el análisis estructural, mismo para encontrar las cargas a las que estará

sometida la armadura, por lo que está directamente ligado a la estática, que, como materia y área de la ciencia, es la encargada de analizar las fuerzas que actúan sobre un sistema o cuerpo en reposo y como este reacciona ante fuerzas de torsión, compresión o tensión, a partir de la primera y tercera ley de Newton, desde una perspectiva técnica, el análisis estructural se describe como el producto y la aplicación de fórmulas y ecuaciones destinadas a evaluar la resistencia de los materiales, con la finalidad es identificar los esfuerzos internos, deformaciones y tensiones que pueden afectar adversamente la integridad de las edificaciones o armaduras (gaserosc 2023).

Comúnmente con aplicación dentro de la ingeniería y arquitectura, ya que usualmente para el diseño de armaduras o sistemas estáticos de carga, se busca conocer su resistencia y equilibrio de las fuerzas dentro de los tres planos (X, Y, Z) lo que se realiza por medio del análisis de estas fuerzas en cada uno de los planos donde estas actúen. Para el desarrollo del análisis se emplean métodos capaces de obtener el esfuerzo al que estará sometido cada parte de una armadura, con la finalidad de que la construcción o el diseño de las mismas sea adecuado y se comporte adecuadamente ante los esfuerzos que estarán sometidos.

Uno de los métodos de análisis, es el método por nodos, el cual se basa en el estudio de los esfuerzos por medio de ecuaciones de sumatoria de fuerzas, esto en cada uno de los ejes que intervengan dichas fuerzas, buscando obtener que cada uno de estos nodos que componen el sistema, tenga una igualdad de fuerzas a cero, es decir un equilibrio estático, este método implica los siguientes pasos para el análisis:

1) Definición de Nodos:

La estructura se modela dividiéndola en nodos, los cuales, considerándolos como puntos de los que se concentran las fuerzas y momentos. Cada miembro estructural se considera como una barra conectando dos nodos.

2) Asignación de Coordenadas:

Cada nodo se ubica en un sistema de coordenadas, facilitando la descripción de las posiciones de los nodos y las longitudes de los miembros.

3) Condiciones de Apoyo:

Se definen las condiciones de apoyo en los nodos. Estas condiciones pueden incluir apoyos fijos, articulaciones, y rodamientos.

4) Diagrama de Fuerzas en los Nodos:

Se analizan las fuerzas que actúan en cada nodo. Esto incluye fuerzas externas aplicadas, con ecuaciones que permiten calcular las reacciones en los apoyos y las fuerzas internas presentes en los distintos miembros de la estructura

5) Descomposición de Fuerzas:

Las fuerzas en los miembros se descomponen en componentes horizontal y vertical. Esto es esencial para analizar las fuerzas en cada nodo.

6) Ecuaciones de Equilibrio:

Se aplican ecuaciones de equilibrio en cada nodo y se utilizan para determinar las fuerzas o momentos desconocidos en una estructura. Estas ecuaciones involucran la suma de fuerzas y la suma de momentos en cada nodo

7) Consideraciones Geométricas:

Tiendo en cuenta consideraciones geométricas, como las longitudes de los miembros y los ángulos entre ellos, para determinar las fuerzas internas y las deformaciones.

8) Deformaciones en los Nodos:

Se determinan las deformaciones en los nodos, como desplazamientos y ángulos de rotación. Esto es especialmente importante para estructuras sometidas a cargas externas.

9) Verificación de Resultados:

Se verifica que los resultados obtenidos cumplan con las condiciones de equilibrio y compatibilidad. Si es necesario, se ajustan las condiciones iniciales.

10) Documentación de Resultados:

Se documentan las fuerzas internas, las deformaciones y otros resultados relevantes para facilitar la interpretación y el diseño.

2.1.6 Diseño de elementos mecánicos

En continuidad con lo expuesto anteriormente, se destaca la importancia del análisis de fallas en la fase de diseño, desempeñando un papel crucial. Este análisis permite calcular posibles problemas que pueden surgir en una pieza, tales como deformaciones o rupturas, así como evaluar las diversas reacciones que experimenta una estructura ante la aplicación de fuerzas. También se consideran las fuerzas que actúan para prevenir posibles fallos en la pieza. A partir de una fuerza externa, se generan esfuerzos en la pieza, los cuales pueden manifestarse en tensión o compresión, dependiendo de las circunstancias. Este proceso está intrínsecamente vinculado al estudio de los materiales, ya que las características de resistencia y comportamiento frente a las fuerzas externas determinan aspectos cruciales como los costos de producción, el mantenimiento y la durabilidad de la pieza. De acuerdo con Shigley y Mischke (2014), el diseño de elementos mecánicos debe analizarse desde la perspectiva de la resistencia, que está intrínsecamente ligada a las propiedades de los materiales, asegurando eficiencia y seguridad en el diseño. En el ámbito de la ingeniería mecatrónica, se abordan materias específicas como ingeniería de materiales y mecánica de materiales, que respaldan la selección adecuada de materiales en el diseño. Estas disciplinas son fundamentales para considerar todos los aspectos mencionados anteriormente y ofrecer un diseño que sea apto para cumplir con los objetivos generales del proyecto.

2.1.7 Mecánica de materiales

Es esencial resaltar que, para llevar a cabo un análisis preciso y real, es necesario comprender las propiedades del material del cual se construirá o manufacturará el

componente diseñado. La geometría de la pieza debe ser adecuada para garantizar la resistencia necesaria ante los esfuerzos a los que estará sometida. En este sentido, la mecánica de materiales desempeña un papel fundamental, ya que se dedica al estudio del comportamiento de los materiales frente a cargas externas de compresión, tensión, torsión y cortante. La supervivencia de un componente mecánico está directamente relacionada con la relación entre el esfuerzo aplicado y la resistencia del material. En el diseño de ingeniería, la presencia de factores de incertidumbre es constante y, comúnmente, se manejan mediante el uso del factor de diseño y el factor de seguridad, ya sea de manera determinista (absoluta) o en un contexto estadístico. En el enfoque estadístico, se pone énfasis en la confiabilidad del diseño y requiere datos estadísticos confiables (Diseño en ingeniería mecánica de Shigley, 9na edición, 2012). Este enfoque asegura que el diseño esté preparado para enfrentar situaciones variables y contribuye a una mayor robustez y confiabilidad del componente en servicio.

En el proyecto presentado en este documento implementa el PLA, como elemento del que estarán compuestos los elementos del sistema, para lo cual se deben conocer datos, tales como:

- Densidad
- Resistencia a la tracción
- Límite elástico
- Resistencia a la compresión
- Temperatura de deformación
- Elongación

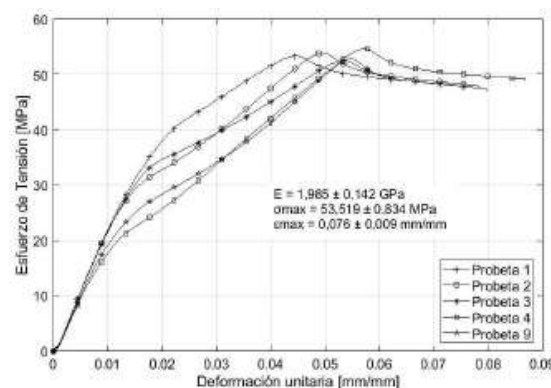
Entre otras más, estas son propiedades mecánicas que para el desarrollo de los cálculos son vitales, ya que en base a estas se obtiene el factor de seguridad del diseño, esto es cuanto más puede soportar una pieza hasta sufrir una deformación o fallar. Para esto es importante conocer cuál es el límite elástico, dado por el módulo de Young, aunque en el caso del PLA al ser un material plástico y al no estar

estandarizado, es más complejo el trabajar con él e implementar cálculos que respalden su comportamiento, por lo tanto, posterior a una investigación sobre las propiedades del PLA, se encontró una investigación que lleva el título de “Caracterización mecánica a tensión de impresiones 3D de PLA y ABS modeladas por deposición fundida”. (Desarrollo e innovación en ingeniería, Edgar Serna M., ed. -- 4a. ed. -- Medellín: Instituto Antioqueño de Investigación, 2019. p. 568).

En esta investigación se adentran en el análisis del comportamiento del PLA y el ABS que son materiales implementados comúnmente en la manufactura aditiva, para esto realizaron piezas impresas en 3D con un 40% de relleno, con una impresión en dirección axial y transversal. Donde obtuvieron los siguientes resultados en dirección axial:

Figura 2.1

Gráfica esfuerzo deformación del PLA en dirección axial.



Fuente: Desarrollo e innovación en ingeniería, Edgar Serna M. (2019)

Tabla 2.2

Tabla esfuerzo deformación del PLA

Propiedad	E1 (GPa)	E2 (GPa)	Sy1 (MPa)	Sy2 (MPa)	X1 (MPa)	X2 (MPa)	ϵ_1 (mm/mm)	ϵ_2 (mm/mm)
Promedio	1.98	2.15	26.19	22.90	52.51	39.80	0.076	0.040

Desv. Est	0.14	0.07	7.78	2.67	0.83	0.67	0.009	0.004
Coef. De var. (%)	7.13	3.43	29.71	11.66	1.56	1.67	12.182	9.064

Estos datos mostrados en la imagen y en la tabla anterior, serán los mismos datos que se considerarán para el análisis de esfuerzos con cálculos y con software de simulación.

2.1.8 Modelado y simulación asistida por computadora

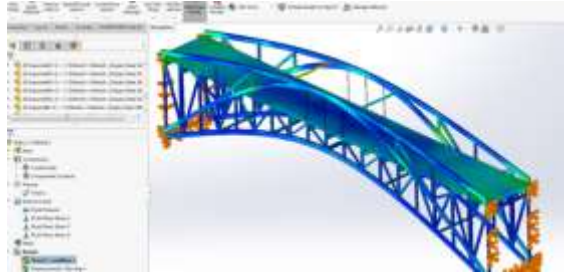
La transición de épocas analógicas y anteriores se caracterizaba por la necesidad de construir maquetas a escala para visualizar los resultados de un proyecto. Aunque ofrecía una perspectiva completa y precisa del producto final, presentaba ciertos inconvenientes. Uno de ellos era la dificultad para medir la resistencia de un elemento o ensamblaje bajo condiciones de carga sin recurrir a pruebas destructivas, que conllevaban pérdida de material no deseada. Sin embargo, esta dinámica experimentó un cambio significativo con la introducción del modelado 3D (Grupo Kefren, 2021). En este contexto, el diseño y modelado en CAD, utilizando software como SOLIDWORKS, desempeña un papel crucial. SOLIDWORKS proporciona la capacidad de modelar en 3D, insertar materiales y realizar diversos estudios a través de su funcionalidad de simulación. Este programa permite llevar a cabo simulaciones virtuales de modelos CAD utilizando la técnica de elementos finitos (FEA) para analizar y predecir el comportamiento de un producto después de someterlo a esfuerzos físicos. SOLIDWORKS Simulation se presenta como un conjunto accesible de herramientas para el análisis estructural, cubriendo aspectos como estudios de temperatura, pandeo, fluido y análisis estáticos.

Es importante destacar que, si bien la exactitud de los resultados de simulación puede variar en comparación con cálculos manuales, sirven como guía para asegurar y verificar la validez de los cálculos. La simulación virtual a través de software como SOLIDWORKS ha revolucionado el proceso de diseño y evaluación de proyectos al

proporcionar una herramienta eficaz y eficiente para visualizar y analizar el rendimiento de productos sin la necesidad de realizar pruebas destructivas en el mundo físico.

Figura 2.2

SolidWorks Simulation



Fuente: Yasincapar. (Sin fecha). SolidWorks Simulation. Recuperado de <https://yasincapar.com/portfolio/cae/solidworks-simulation/>

2.1.9 Impresión 3D y manufactura aditiva

En la siguiente etapa, que se centra en la manufactura o producción, se introduce un enfoque diferente respecto a la sección anterior. Aquí, entra en juego el tema de la manufactura, encargada de producir piezas sólidas a partir de los diseños previamente elaborados. Existen diversos tipos de manufactura destinados a la fabricación de piezas, y la elección depende de las necesidades específicas que se buscan satisfacer. En el caso del sistema mecatrónico propuesto, la responsabilidad de la producción de las piezas recae en la impresión en 3D, que forma parte de la manufactura aditiva. Esta modalidad de fabricación es relativamente nueva en México, pero está empezando a tener un impacto significativo en varios sectores del país. La impresión 3D presenta varias ventajas, como la capacidad de fabricar piezas a bajo costo y en espacios reducidos, en contraste con la maquinaria, espacio y contaminación asociados con otros tipos de manufactura.

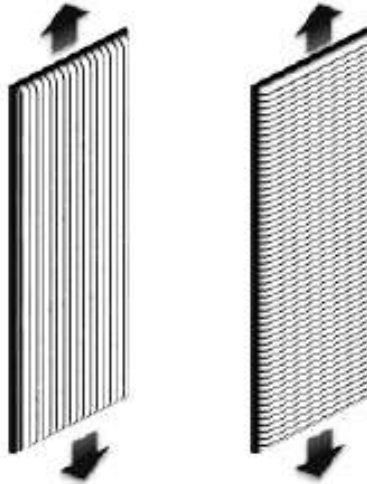
La manufactura aditiva, o impresión 3D, en la industria del plástico implica la creación de componentes sin la necesidad de troqueles ni herramientas, incluso la fabricación de herramientas en sí, con el propósito de ser utilizadas en la creación de prototipos o en la producción de lotes a pequeña escala (Plastics Technology México, 2016). Este enfoque no solo ofrece eficiencia en la producción, sino también flexibilidad y versatilidad en la creación de piezas y prototipos, destacando su utilidad en el contexto del sistema mecatrónico propuesto.

Un tipo de impresión 3D es un proceso que se realiza mediante extrusión por medio de una herramienta metálica que se calienta y funde el plástico, insertando por capas el material, esto realizado en una cama plana horizontal paralela al plano XY.

La impresión en 3D tiene como carta de presentación, algunas características que la vuelven una buena opción a la hora de fabricar piezas, características tales como el desarrollo de piezas personalizadas, reducción de costos, menor cantidad de errores por producción. Por esto industrias importantes como la automotriz, aeroespacial la usan para fabricar piezas, innovando en sus cadenas de producción y diseño. Este método también tiene sus contras, aunque para muchos es el futuro. "En la actualidad, la manufactura tradicional se ve impactada por la llegada de la industria 4.0, donde cada vez más industrias están adoptando diversas tecnologías que esta nueva fase industrial proporciona. La fabricación aditiva es una de estas tecnologías y, aunque tuvo sus inicios hace varias décadas, se ha convertido en una parte esencial de los procesos de fabricación de numerosas empresas." (Ricardo Urueta, 2022). Para la parte de impresión en 3D del proyecto se implementarán algunas características que van de la mano con las mismas propiedades mecánicas del material, esto para que la veracidad de los cálculos y las simulaciones sea más alta, como lo son el realizar la impresión con un 40% de relleno, así como imprimir las piezas con dirección axial, a diferencia de la longitudinal como se muestra en la Figura 2.3.

Figura 2.3

Orientación axial y longitudinal.



Fuente: Fabricio Leyton (2019)

Fabricio Leyton, en su investigación denominada "La impresión 3D como método de fabricación digital". Habla sobre la impresión en 3D mediante la extrusión de material, donde resalta las variables más destacables que afectan el proceso de impresión mediante plástico fundido:

- Características de la impresora: Valores como el tipo de cama, la fijación de la impresora, la estructura que compone la impresora, la variación de temperatura y si la impresión es abierta, cerrada, o semi abierta.
- Software: Valores como el tipo, los valores manejados por el software, y los parámetros, etc.
- Características estructurales: El modelo de la pieza en 3D, formas geométricas, características mecánicas como el grosor y los ángulos, la densidad de la pieza, etc.
- Material de impresión: Propiedades mecánicas del material
- Dimensiones del modelo: Manejo de la escala, sofisticación de la tecnología empleada, resolución.

- Terminaciones: Superficies según material, escala, planos, velocidad y temperatura, así como posteriores procesos de acabado mecánico o químico.
- Estructuras auxiliares: Soportes

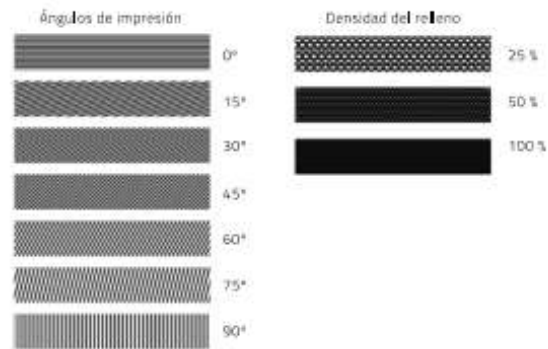
En su investigación él analizó tanto las variables antes mencionadas, como las características de la impresión, para el desarrollo adecuado habló sobre los ángulos de inclinación en los tres ejes, ya que esto toma importancia en el acabado y más importante aún, en las propiedades mecánicas de la pieza impresa, ya que, si se busca cumplir una tarea más allá de ser decorativa, como si por ejemplo cumplirá una tarea mecánica se deben considerar las siguientes características o limitantes según el caso:

- Relativas al extrusor- Tales como el diámetro de la boquilla, mínima y máxima resolución en los planos XYZ.
- Relativas al movimiento XY- Características del límite y la precisión que brinda el sistema de movimiento del extrusor, determinante en la acumulación de material.
- Relativas al movimiento en Z- El movimiento que ajusta el diámetro del extrusor para mayor resolución, por medio de la velocidad de movimiento y de inyección de material.
- Relativas a la superficie de impresión- El plano frontal suele determinar las dimensiones de la pieza, así como proporciona las características y formas de las bases que ayudarán a la impresión de las piezas.
- Relativas al material- Dado a las características del material se determinan las mejores propiedades para la impresión, y define detalles del proceso, como la velocidad o la temperatura de impresión.

De la misma forma identificó mediante la densidad de impresión y el ángulo de la pieza impresa, como se muestran las capas de impresión, esto se utiliza para conocer la resistencia de las impresiones 3D cuando esto se requiera, esto se muestra más a detalle en la imagen 2.4.

Figura 2.4

Trazado de capas con impresión por extrusión de material.



Fuente: Fabricio Leyton (2019)

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Para llevar a cabo el proyecto presentado en este documento se realizó una investigación acerca del cómo se encuentra la problemática mencionada en la actualidad. Se abordó de partida inicial la situación actual de la enseñanza en materias afines de mecánica (estática, diseño de elementos mecánicos, vibraciones mecánicas, mecánica de materiales y análisis de elemento finito) que se analizan en la carrera de ingeniería mecatrónica dentro del instituto tecnológico superior de Teziutlán, para esto se implementó una encuesta en línea con ayuda de Google forms, el cual permitió recaudar información de los dos individuos que intervienen en el proceso de enseñanza aprendizaje, que son los alumnos y los docentes. Se formularon dos encuestas distintas para cada uno con preguntas similares, pero buscando obtener las perspectivas de ambos grupos, esto para llegar a obtener información global sobre el aprendizaje en estas materias. Es importante mencionar que se consideró el modelo constructivista de educación para la formulación de las preguntas y del mismo modo la perspectiva para el análisis de la información obtenida con estas encuestas.

3.1 Aplicación de encuestas para el análisis de la situación actual

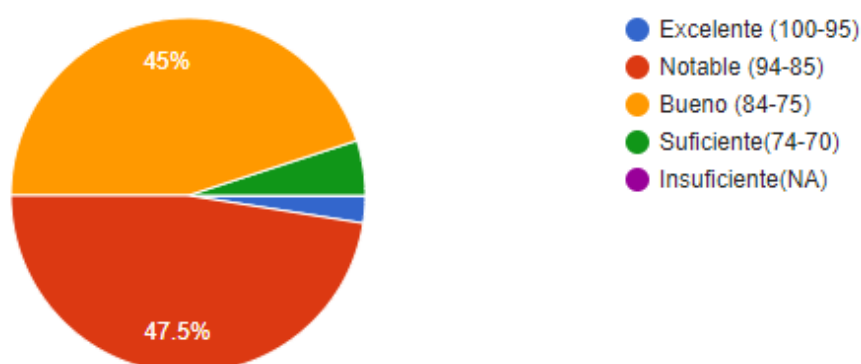
En primer instante la encuesta dirigida a los alumnos (véase anexo1), es la herramienta con lo que se buscó obtener los datos de los alumnos que cursan desde el quinto hasta el noveno semestre de la carrera de ingeniería mecatrónica, ya que los alumnos que se encuentran en estos semestres ya tuvieron o tienen actualmente, clases del área de la mecánica. Posterior a esto con google forms, ofrece la utilidad de mostrar los datos obtenidos de cada pregunta mostrando gráficas que nos ayudan en el análisis de los datos que se obtuvieron de los alumnos.

En la parte de los alumnos, se encuestó a 39 estudiantes de la carrera de mecatrónica, de todos los encuestados el 50% son de tercer semestre, el 37.5% son de quinto semestre y el 12.5% son estudiantes de noveno semestre (véase gráfica en anexo 2.1). Cabe mencionar que como se habló anteriormente, solo se encuestaron a alumnos de quinto a noveno semestre, esto ya que los alumnos de

semestres inferiores aún no han tenido materias de la rama de la mecánica, por lo cual no podían responder las preguntas planteadas en la encuesta. Para iniciar se realizó la pregunta sobre el nivel de desempeño que habían obtenido en este tipo de materias, donde el 47.5% de los encuestados dicen haber obtenido resultados notables, es decir, que obtuvieron una calificación de entre 85 a 94 puntos de 100, por otro lado, el 45% habla sobre haber obtenido una buena calificación, que va desde 75 a 84 puntos, pero otro 5% se quedó con un resultado apenas suficiente para aprobar de entre 70 y 74 puntos, y un 2.5% de los encuestados obtuvo una calificación insuficiente es decir no aprobatoria. A simple vista en la gráfica de resultados mostrada en la gráfica 3.1, se puede decir que de todos los encuestados no hubo calificaciones excelentes, pero si hubo más de un 90% que fueron capaces de obtener una buena calificación por encima del suficiente, lo que nos dice que, del 100% de los entrevistados solo el 7.5% que son muy pocos, tienen resultados negativos en este tipo de materias.

Gráfica 3.1

Resultados de pregunta 2, en encuesta hacia alumnos



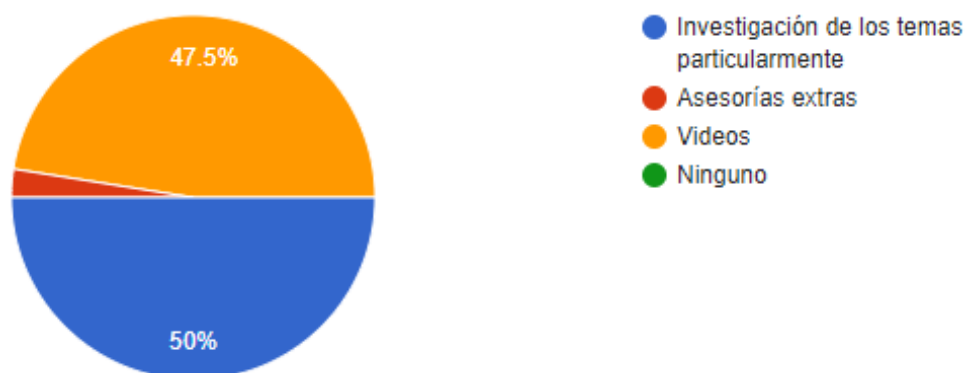
Fuente: Autoría propia

Habiendo conocido los resultados sobre las calificaciones de los encuestados, pasamos a consultar los posibles temas que más llegaron a generar problemas en el curso de estas materias, en esta pregunta los estudiantes hablan sobre tener problemas en temas teóricos ya que el 52.5% selecciona esta opción, el 10% dice

haber tenido problemas en temas prácticos, otro 25% menciona que tuvo problemas con ambos temas mientras que solo el 12.5% no tuvo problema con ninguno de estos temas (véase gráfica anexo 2.3). Esto nos dice que más de 85% de los encuestados tuvieron problemas con uno o ambos tipos de temas, con una minoría que dice no haber problemas, aunado a esto se les hizo la consulta de cómo es que ellos buscaron un método o recurso para mejorar sus problemas con los temas vistos en clases, donde como se muestra en la gráfica 3.2 el 50% menciona que recurrieron a una investigación particular sobre los temas, otro 47.5% prefirió ver videos para reforzar, y solo el 2.5% busco asesorías extras, lo que nos habla sobre el hecho, de que si bien dicen no haber tenido problemas en algunos temas, si buscaron otras opciones para repasar los temas.

Gráfica 3.2

Resultados de pregunta 4, en encuesta hacia alumnos



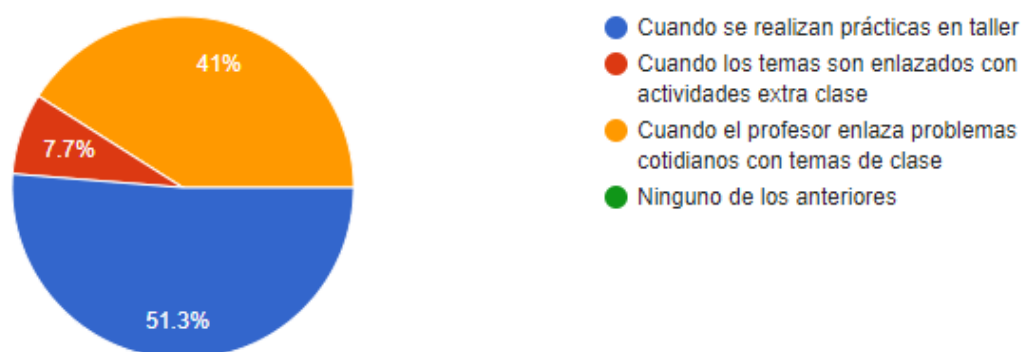
Fuente: Autoría propia.

En la siguiente pregunta para los alumnos, se les hace el cuestionamiento sobre alguna experiencia que les fue de ayuda para animarse con la materia, con lo que en su mayoría con un 51.3% de los encuestados dicen que les motivo el realizar prácticas en taller, otro 41% como se muestra en la gráfica 3.3 , menciona haber tenido mayor interés cuando el docente enlazo proyectos de la vida cotidiana con

los ejercicios en clase, mientras otro 7.7% hablan sobre el enlace con actividades extra clase los motivaba para recibir catedra.

Gráfica 3.3

Resultados de pregunta 5, en encuesta hacia alumnos



Fuente: Autoría Propia

Lo siguiente a analizar en la pregunta seis, es el echo si creen que existe alguna desconexión entre lo visto en clase con el cómo se aplica esto, en la vida cotidiana, de los encuestados el 57.5% como se muestra en la gráfica del anexo 2.6 nos muestra que dicen que no existe desconexión, por lo que se puede decir que conocen sobre el tema y lograron enlazarlo con una aplicación cotidiana, a diferencia de ellos un 25% si dice que no hay un enlace, con lo que talvez comprendieron un parte del tema pero no fueron capaces de enlazarlo como el otro 57.5%, pero otro 17.5% menciona no tener idea sobre si tiene o no una relación los temas con la cotidianidad ya que no llegaron a comprender los temas, es decir que el 42.5% no es comprendió los temas a tal manera de poder asociar e interpretar lo analizado en clase con lo visto en clase.

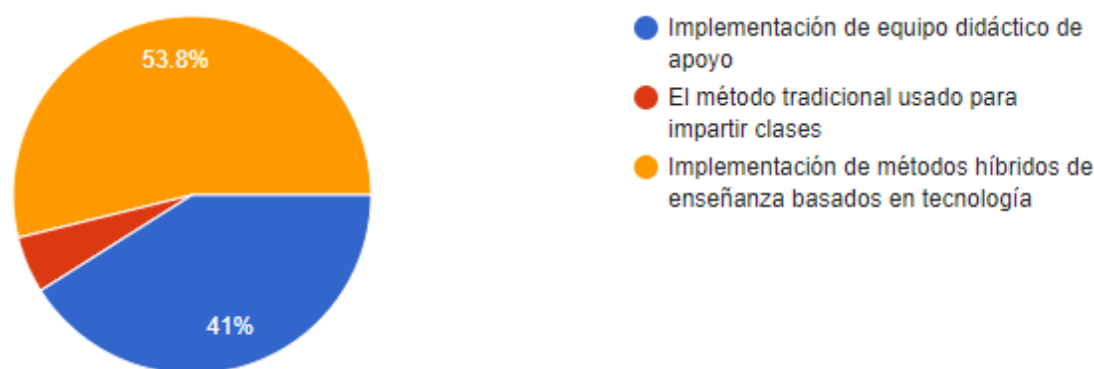
Como estudiantes de ingeniería es importante conocer cómo fue su proceso de aprendizaje y a qué tipo de equipo o tecnología para prácticas tuvo acceso, para conocer esto se formuló la pregunta 7, donde se consulta a los alumnos a que

tecnologías o tecnologías han tenido acceso para reforzar sus conocimientos, en la gráfica del anexo 2.7 se muestra que el 66.7% dice haber tenido la oportunidad de usar softwares de simulación, un 7.7 realizo prácticas con equipo especializado, otro 23.1 tuvo la posibilidad de usar tanto software y equipo para prácticas, y solo el 2.6 menciona que no tuvo acceso a ninguna, esto es muy importante ya que en la formación universitaria para futuros ingeniero deben de tener a su disposición diversas tecnologías para conformar competencias sólidas.

Teniendo en mente los problemas y cómo es que los alumnos encuestados, buscan por su parte reforzar los temas, se les cuestiona algún tipo de apoyo que les gustaría tener para reforzar su aprendizaje, en la gráfica 3.4.

Gráfica 3.4

Resultados de pregunta 8, en encuesta hacia alumnos



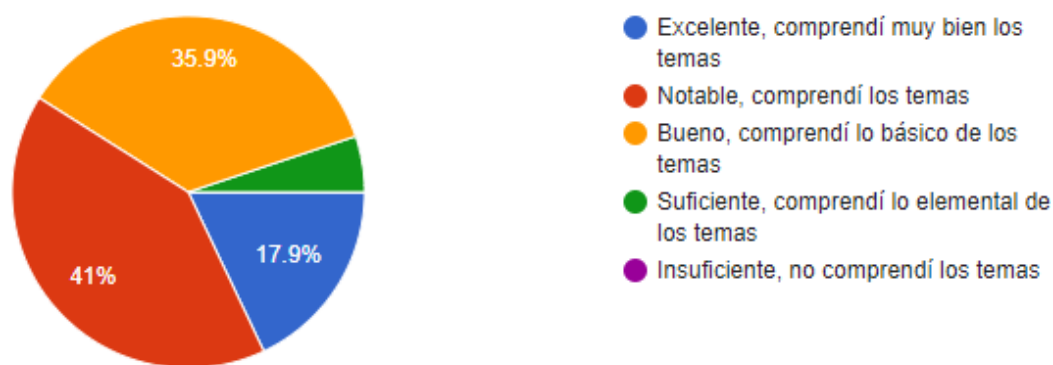
Fuente: Autoría propia

Se muestra la gráfica que nos indica que el 53.8% quisiera que se implementaran métodos híbridos de enseñanza basados en tecnología, otro 41% dice que le gustaría clases con implementación de equipo didáctico de apoyo, mientras solo el 5.1% dice que el método tradicional de enseñanza es adecuado para su aprendizaje. Esto nos dice que más del 90% de los participantes en la encuesta quieren que cambie el método tradicional de enseñanza implementando tecnología y equipo didáctico de apoyo. Con esto pasamos a la última pregunta del cuestionario para

alumnos, en esta pregunta ahora los encuestados deben responder como consideran que fue su desarrollo en base a lo comprendido con este tipo de clases de mecánica, la opción más seleccionada fue de notable, donde el 41% de los alumnos encuestados dicen haber aprendido los temas, con 35.9% dicen haber aprendido lo básico de los temas, por otro lado 17.9% mencionan haber comprendido muy bien los temas y solo 5.1% dicen haber solo comprendido lo elemental o suficiente para pasar la materia, con la gráfica mostrada en la gráfica 3.5 nos dice que a pesar de que más del 90% de los alumnos encuestados mencionan que si obtuvieron buenos conocimientos en su desarrollo en estas materias lo que coincide con sus calificaciones, pero si bien los resultados no son negativos, estos alumnos tuvieron problemas con la comprensión de visto en clase, y tuvieron la necesidad de buscar alternativas para reforzar su conocimiento.

Gráfica 3.5

Resultados de pregunta 9, en encuesta hacia alumnos



Fuente: Autoría propia

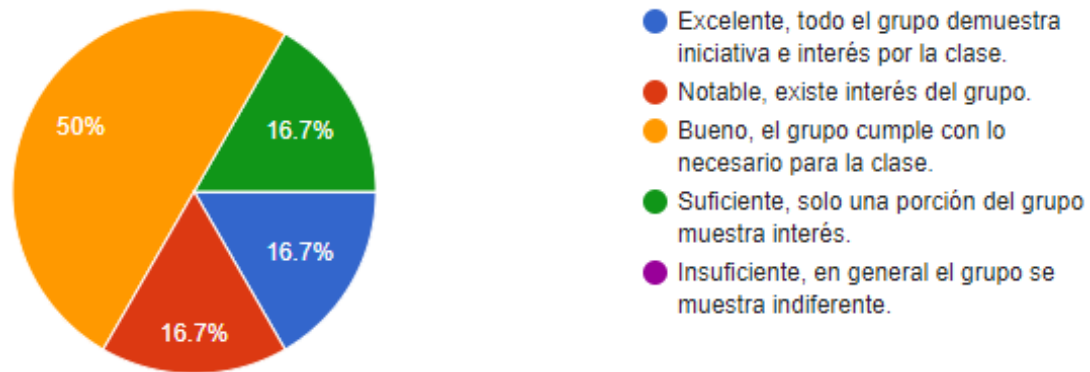
Para terminar con este cuestionario para alumnos se le hace la pregunta si tienen algún comentario que pueda ayudar en el proceso enseñanza/aprendizaje en estas materias, algunos mencionan que todo está correcto, pero otros más mencionaron que sería correcto si se implementará equipo o softwares para prácticas que logren mostrar lo visto en clase con algún problema de la vida cotidiana para comprender mejor.

Conociendo las respuestas de los alumnos, prosigue contemplar y analizar las respuestas de la segunda parte del proceso de enseñanza aprendizaje, que son los docentes, cuestionario mostrado en el anexo 3. En primer instante partimos consultando a los docentes encuestados a que semestres de la carrera de mecatrónica imparten clases, como se muestra en el anexo 4.1, del total de los encuestados, con el 83% imparten clase al tercer semestre, un 50% de ellos da catedra a quinto y séptimo semestre, y solo el 16.7% de los encuestados imparte clases al primer semestre de la carrera. La siguiente pregunta es sobre cuantos años tienen de experiencia como profesores, el anexo 4.2 nos muestra que docentes con entre cinco a diez años de experiencia y entre diez y quince años de experiencia componen el 33.3% cada uno, y 16.7% dicen tener más de veinte años asi como otro 16.7% mencionan tener de entre uno a cinco años.

En la pregunta número tres les preguntamos sobre el nivel de aceptación que muestran los alumnos a las clases que imparten los docentes, como se muestra en la gráfica 3.6 el 50% de los docentes a los que se les aplico la encuesta dicen que el grupo tiene una buena aceptación, que el grupo cumple con lo necesario, un 16.7% menciona que el grupo tiene una excelente aceptación demostrando iniciativa e interés por la materia, al igual que otro 16.7 dice que sus alumnos tienen una iniciativa notable demostrando interés y solo el 16.7 de los docentes dicen que el grupo muestra apenas lo suficiente, haciendo referencia a que solo una parte del grupo muestra interés por la clase.

Gráfica 3.6

Resultados de pregunta 3, en encuesta hacia profesores



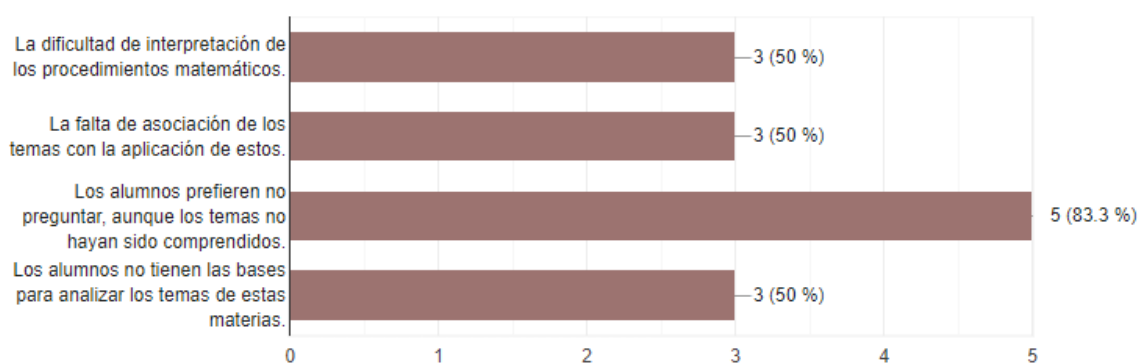
Fuente: Autoría propia

La siguiente pregunta les consulta a los encuestados sobre los aspectos más desafiantes que ellos consideran en el proceso enseñanza aprendizaje en la gráfica mostrada en el anexo 4.4 se observa que el cero por ciento dice que la dificultad de los temas no es problema para el desarrollo de sistema de aprendizaje enseñanza, el 50% de ellos selecciono la falta de compromiso de los alumnos, el 33.3% de igual forma menciona que la falta de equipo adecuado para impartir estas materias también es un desafío al que se enfrentan y el 100% dice que la falta de hábitos y técnicas de estudio de los estudiantes es el principal desafío al que se enfrentan como docentes, lo que hace evidencia de que si bien existen otros problemas, en su mayoría es que los alumnos no llegan a poner lo suficiente de su parte para lograr un desarrollo adecuado del modelo de enseñanza aprendizaje dentro de la carrera. Para la siguiente pregunta los profesores encuestados deben seleccionar los tipos de temas que ellos han notado que provocan dificultades para sus estudiantes, con lo que el 83.3% selecciono temas lógicos, el 83.3% selecciono temas Analíticos, el 66.7% selecciono temas teóricos y en cuanto a los temas prácticos solo el 16.7% de los docentes menciona que genero problemas en sus docentes, como se muestra en la gráfica del anexo 4.5 solo los alumnos del 16.7% de los docentes encuestados

tuvo problemas, teniendo en cuenta esto se puede decir que los alumnos reaccionan mejor cuando los temas son prácticos, por lo que sería una gran opción de mejora el implementar prácticas u ejemplos para atender los problemas generados por temas lógicos, teóricos o analíticos, mismo que concuerda con la solicitud de los alumnos en su respectiva encuesta. Considerando la importancia de lo anterior mencionado, se realiza la siguiente pregunta, sobre las dificultades que los alumnos enfrentan desde la perspectiva de los docentes, ya que, si bien los alumnos por su parte mencionaron que tenían problemas con temas teóricos, los docentes que en su mayoría cuenta con más de cinco años de experiencia tienen capacidad de poder dar otra opinión sobre los problemas que tienen los alumnos, por lo que se les hace la pregunta sobre las dificultades que desde su perspectiva enfrentan los estudiantes, en el anexo 4.6 se muestra la gráfica donde el 50% selecciono problemas en cuanto a la dificultad de la intercepción de procedimientos matemáticos.

Gráfica 3.7

Resultados de pregunta 6, en encuesta hacia profesores



Fuente: Autoría propia

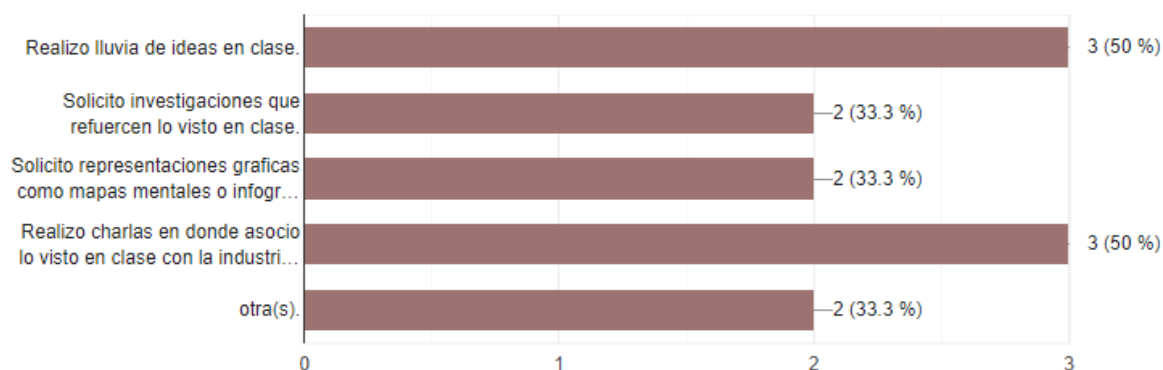
De igual forma el 50% dice que la falta de asociación de los temas con sus posibles aplicaciones es un problema muy común entre sus alumnos, igualmente el 50% habla sobre la falta de bases que tienen los alumnos para analizar los temas, pero el 83.3% de los encuestados selecciono como principal problemática el hecho que

los alumnos no preguntan, aunque no tengan dudas sobre el tema analizado, esto es muy interesante cuando se considera que en la pregunta cuatro del cuestionario para estudiantes, se les consulta que hacen para abordar sus dificultades y menos del 10% selecciono asesorías extras, por lo que podemos entender que si bien existen los problemas, los docentes pueden aclarar dudas sobre lo visto en clase, los estudiantes prefieren otros medios para estudiar y resolver sus dudas.

Continuando con este punto tan importante, se les pregunta a los docentes que estrategias han aplicado para reducir las brechas de aprendizaje donde los docentes respondieron que realizando prácticas con equipo especializado o con evaluaciones diagnosticas en periodos establecidos donde como se muestra en la gráfica 3.8, lo atienden un 16.7% para ambas opciones, el 33.3% dice realizar videos de apoyo, de igual forma el 50% mencionan la realización de prácticas con software específico, mientras que tanto para la opción de realizar repaso de temas donde el grupo presente problemas y análisis de casos con problemas cotidianos, un 66.7% dice atender las brechas de aprendizaje, que esto aunado a las respuesta de los alumnos dieron coincide con el hecho que los docentes intentan reforzar los temas pero si los alumnos no comprenden o no tienen la posibilidad de enlazar la información de clase con casos familiares, el proceso de enseñanza aprendizaje falla y no se genera conocimiento.

Gráfica 3.7

Resultados de pregunta 8, en encuesta hacia profesores



Fuente: Autoría propia

Para tratar con lo anterior mencionado existen diversas estrategias pedagógicas para mejorar la comprensión y el interés de los alumnos, por lo que se les hizo la pregunta a los docentes, cuales estrategias ellos implementan en sus clases, con lo que ellos respondieron que en un 50% realiza lluvia de ideas y charlas para asociar los temas vistos en clases con problemas cotidianos respectivamente, por otro lado, en un 33.3% respondieron que solicitan investigaciones, representaciones de gráficas como mapas mentales u otras. Como se muestra en el anexo 4.8 existen una amplia diversidad de estrategias aplicadas para apoyar al sistema de enseñanza aprendizaje en la carrera.

Conociendo los problemas de los alumnos y docentes enfrentan, así como la forma en que los docentes u alumnos los enfrentan, al igual que a los alumnos se les consultó sobre su aprendizaje en clase en relación con sus calificaciones, ahora desde la perspectiva de los docentes se consulta sobre cómo se encuentra la conexión que existe entre la adquisición de competencias y su motivación por las clases, como se muestra en el anexo 4.9 el 50% dice que si existe conexión ya que si bien los alumnos son buenos y motivados en clase, obtuvieron buenos resultados, pero otro 50% dicen que los alumnos aun que muestren motivación, no obtuvieron buenos resultados en sus materias, lo que se contradice un poco con preguntas analizadas previamente donde los alumnos decían haber obtenido buenos conocimientos y calificaciones aprobatorias.

Para continuar con la encuesta dirigida a los docentes de la carrera de ingeniería en mecatrónica del instituto tecnológico superior de Teziutlán, se les pregunta como evalúan el desempeño de los alumnos en sus clases, con lo que el 66.7% respondieron que los alumnos tienen un buen desempeño de entre 75 y 84 por ciento, un 16.7% dice que sus alumnos tuvieron un notable desempeño con entre 94 y 85 por ciento, pero otro 16.7% dice que sus alumnos mostraron un interés apenas suficiente de entre 70 y 74 por ciento, lo que ya desencaja un poco con la

motivación que dicen mostrar en sus clases ya que ningún docente dice haber tenido con sus alumnos un desempeño excelente de entre 95 y 100 por ciento.

Como última pregunta se les solicita a los docentes dar su opinión sobre el proceso de enseñanza aprendizaje dentro de la carrera en el instituto, los docentes, como se muestra en el anexo 4.11 nos hablaron sobre que, si bien las estrategias son adecuadas, hace falta la implementación de más estrategias para desarrollar interés en los alumnos y la aplicación de TIC ´s, que promuevan las prácticas con simuladores o equipos especializados. Con esto podemos decir que si bien los alumnos y docentes se enfrentan a problemas en el sistema de enseñanza aprendizaje estas problemáticas van de la mano y encajan unas con las otras por lo que es importante considerar esto para la implementación de este proyecto, buscando implementar las soluciones que ambos bandos proponen para apoyar el aprendizaje y enseñanza dentro de la carrera.

Con lo anterior mencionado, de igual manera se realizó una búsqueda sobre proyectos y o productos en el mercado que se realizaron que buscan atender la misma problemática a la atendida con este proyecto, se encontraron algunos proyectos realizados para alcanzar un grado de estudios como licenciatura y maestría, de varias universidades en algunos países, que, si bien cuentan con algunas diferencias a lo desarrollado en este proyecto, tienen un fin común, que es el desarrollo de equipo didáctico que apoye al aprendizaje de los alumnos en nivel licenciatura, es decir al modelo de enseñanza-aprendizaje.

3.2 Sistemas, investigaciones y artículos previos

A continuación, se mencionan las investigaciones, artículos ya realizados que se encuentran actualmente en línea o en el mercado según el caso.

- 1) "Diseño y construcción de un equipo experimental didáctico de estructuras modelo tipo armadura y pórtico, para el laboratorio de resistencia de materiales de la FIME"

Elaborado por Rocha Garcés Cesar Andrés y Izurieta Polanco Pablo Patricio para alcanzar el título de ingeniero mecánico por la Universidad Politécnica del Ejercito, actualmente conocida como Universidad de las fuerzas Armadas de Ecuador.

Es la propuesta de una estructura tipo armadura y pórtico, que fuera capaz de emular un análisis estructural con sustento computacional CAD, esto en busca de corroborar los análisis teóricos realizados en clase con la puesta a prueba de los mismos en base a este equipo didáctico, dando así una mejora a los conocimientos generados por los alumnos de su casa de estudios.

Este proyecto fue realizado en aluminio y acero la estructura principal, usando galgas extensiométricas adheridas en apoyos de acero y en algunas partes específicas de la armadura como sensor de medida de la deformación o desplazamiento que tiene según el peso al que este sea sometido. Construido por un costo de 8473 (ocho mil cuatrocientos setenta y tres) dólares, a moneda nacional 141960.03 (ciento cuarenta y un mil, novecientos sesenta) pesos mexicanos a cambio actual.

Figura 3.1

Equipo didáctico tipo pórtico.



Fuente: Repositorio ESPE. (2007). Diseño y construcción de un equipo experimental didáctico de estructuras modelo tipo armadura y pórtico, para el laboratorio de resistencia de materiales de la FIME. Recuperado de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/663/1/T-ESPE-014362.pdf>.

- 2) “Diseño de un material didáctico para la introducción al análisis estructural mediante el método de elementos finitos adaptado a la unidad curricular de las estructuras avanzadas”

Elaborado por Br. Camejo Johan y Br. Rodríguez Yuletsy, para obtener el grado ingeniero civil por la universidad de Carabobo en Venezuela.

Esta investigación está dedicada al apoyo de la generación de conocimientos sólidos y adecuados para solventar a la demanda industrial de profesionistas en la rama, diseñaron material didáctico en formato digital, donde muestran como funcionara el mismo y como está pensado, para apoyar a las diversas materias que requieran el uso de este. De la misma manera analizan alumnos de primer a noveno en cuanto a materias que están o ya cursaron, midiendo la posible aceptación que el diseño tendría. A su vez consultando con los docentes que imparten materias para que ellos en base a la planeación y al temario de las asignaturas, también midan la aceptación del proyecto.

Los investigadores consideraron las cargas académicas de tres universidades internacionales para ampliar más el impacto de su proyecto, estas fueron: La universidad de Berkeley, Universidad Nacional Autónoma de México y la Universidad Central de Venezuela, y la propia de los investigadores.

Figura 3.2

Material didáctico para la introducción al análisis estructural mediante el método de elementos finitos adaptado a la unidad curricular de estructuras avanzadas.



Fuente: Br. Camejo Johan y Br. Rodríguez Yuletsy (2016).

3) "Prototipo didáctico para la enseñanza de la ingeniería estructural"

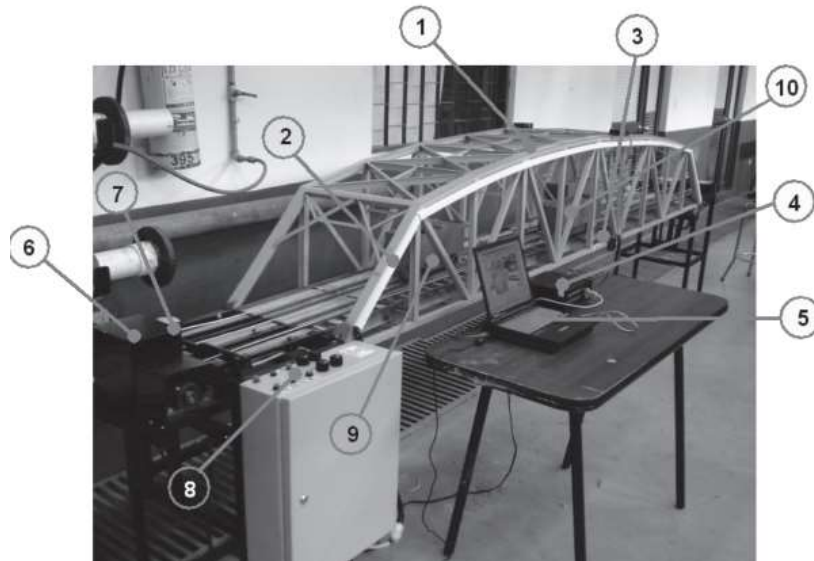
Elaborado por Díaz Muñoz Edgar, Moreno Núñez Federico, Sánchez Otálora Camilo.
Para la revista de la Universidad de Costa Rica, vol. 17, enero 2007, pp.99-111

En esta investigación se realizó por un grupo de especialistas dedicados a la construcción de puentes a escala en base a puentes que requieran evaluación constante por la importancia de los mismos. Este grupo desarrolla equipo que sea capaz de evaluar la confiabilidad de la estructura de puentes en función de la instrumentación de equipo didáctico que emule dichos puentes y los esfuerzos a los que estos están sometidos, siendo capaz de calcular la deformación unitaria y las fuerzas internas en tiempo real tras aplicarle cargas dinámicas.

El prototipo está construido en acero y en la forma del puente Salgar modelo estructural SAP 2000, que es un puente ubicado en Colombia. La parte de la visualización del proyecto se realizó en LabView 7.1 y en visual BASIC para Excel.

Figura 3.3

Prototipo didáctico.



Fuente: Díaz Muñoz Edgar, Moreno Núñez Federico, Sánchez Otálora Camilo. Para la revista de la Universidad de Costa Rica, vol. 17, (2007).

4) P.A. HILTON – HST

Es un equipo especializado en el análisis de estructuras, desarrollado por una empresa pionera en el desarrollo de equipo para la enseñanza en la ingeniería, genera equipo de calidad internacional.

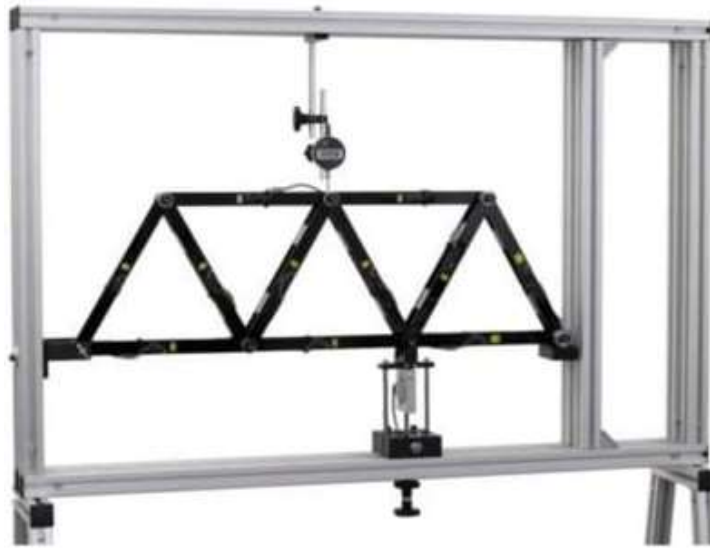
Construido en metal, con sensores de vibración y medición de deformidad en tiempo real, de la mano de una interfaz especializada en el desarrollo del aprendizaje del estudiante de ingeniería.

“El diseño modular del equipo proporciona a las instituciones educativas la posibilidad de adaptarse, obtener un buen retorno de inversión y asegurar su

relevancia a largo plazo. Las facultades tienen la capacidad de expandir sus experimentos gradualmente mediante adiciones que sean apropiadas en función de los avances tecnológicos y los requisitos específicos de cada facultad, considerando siempre las limitaciones presupuestarias. "(ICL Didáctica S.A.S)"

Figura 3.4

Equipo especializado en la enseñanza de la ingeniería, distribuido por PA Hilton.



Fuente: PA-Hilton (<https://www.p-a-hilton.co.uk/products/structures-hst?laws=All&year=All&page=1>).

CAPÍTULO IV

DESARROLLO Y METODOLOGIA

4.1 PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

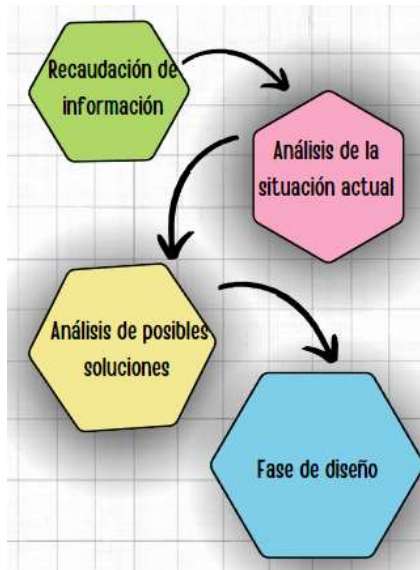
El texto en esta sección proporciona el contexto necesario para comprender el alcance y los límites del estudio, describiendo el entorno en el que se llevó a cabo la investigación, así como las limitaciones y los desafíos encontrados, ligados a los objetivos planteados.

4.1.2 Metodología de actividades

La metodología empleada en este estudio se basa en cuatro etapas fundamentales que abordan de manera integral el proceso de investigación, como se muestra en la figura 4.1 mostrada a continuación. En primer lugar, se llevó a cabo una exhaustiva recopilación de información relevante sobre el tema de estudio, consultando diversas fuentes como libros, artículos científicos y recursos en línea. Una vez recopilada la información, se procedió al análisis detallado de la situación actual relacionada con el problema o fenómeno de estudio, examinando tendencias, antecedentes y factores influyentes. Con base en este análisis, se identificaron y analizaron diversas posibles soluciones para abordar el problema o mejorar la situación estudiada, evaluando ventajas, desventajas y viabilidad. Finalmente, se desarrollaron propuestas concretas y soluciones específicas en la fase de diseño, elaborando planes, estrategias o prototipos que permitieran poner en práctica las soluciones identificadas. En conjunto, estas etapas conforman una metodología integral que guía el proceso de investigación desde la recopilación de información hasta la propuesta de soluciones concretas y viables, permitiendo un enfoque sistemático y riguroso en la exploración y resolución de problemas.

Figura 4.1

Etapas de la investigación.



Fuente: Autoría propia.

4.1.3 Estrategia global de la solución

Se propone el diseño de un sistema mecatrónico basado en tecnologías emergentes como apoyo al proceso de enseñanza aprendizaje dentro de la ingeniería mecatrónica dentro del instituto. Para ello se necesitaba obtener información del cómo es que se encuentra en la actualidad el sistema de enseñanza, para en base a ello ser capaces de proporcionar una solución acorde a las necesidades, así como analizar si existen investigaciones previas para atender la problemática, este modo de obtener una visión más global de la problemática, logrando proponer un diseño capaz de involucrar los temas necesarios para un aprendizaje o enseñanza adecuado y funcional.

4.1.4 Sub problemas

-La falta de interés o compromiso de parte de los alumnos

Realizando encuestas de la opinión de los alumnos del por qué sucede principalmente esto, para posteriormente investigar para corroborar que tan

comúnmente se presenta esta situación para aplicar herramientas, técnicas o diversas metodologías comprobadas para resolverlo.

-Clases monótonas

Analizando las clases y proponer métodos de enseñanza que generen mayor interés en los estudiantes

-Temas complejos

Suavizar el cómo se imparten estos temas en clase con diversos métodos en que para los alumnos les sea más fácil comprender los temas

4.2 ALCANCE Y ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

Con esta parte de busca proporcionar una descripción detallada de lo que se incluirá y lo que no se incluirá en la investigación, establece las bases para el diseño y la metodología de la investigación al identificar el alcance y los límites dentro de los cuales se desarrollará el estudio.

4.2.1 Alcances

Proponer un diseño sobre un sistema mecatrónico de apoyo al proceso enseñanza-aprendizaje de la ingeniería utilizando técnicas de diseño y modelado por computadora con el fin de obtener un prototipo virtual que pueda ser adaptable y transferible a otros contextos de aplicación.

4.2.2 Limitaciones

* Se lleva a cabo un análisis del modelo de enseñanza actual, centrándose en estudiantes que cursaron la materia Mecánica de Materiales en los semestres de enero a junio de 2022 y enero a junio de 2023. Estos estudiantes comparten la característica de haber iniciado su formación en Ingeniería Mecatrónica durante el periodo de confinamiento debido al COVID-19.

* Los instrumentos utilizados en este estudio se basan en las tecnologías disponibles en el momento de su realización. Se evalúan variables cualitativas relacionadas con

el desempeño de los estudiantes y la percepción de los docentes sobre el rendimiento, todo ello a partir del uso de estas tecnologías.

4.2.3 Hipótesis

Proponer un sistema mecatrónico de apoyo al proceso enseñanza-aprendizaje de la ingeniería que mejorará la adquisición de competencias en estudiantes que cursan materias del área de mecánica al aplicar técnicas de diseño y modelado por computadora.

4.3 DISEÑO Y METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

El planteamiento del problema gira en torno a la deficiencia en la generación sólida de conocimientos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de materias altamente complejas en la rama de la mecánica dentro de la carrera de ingeniería mecatrónica. Esta problemática subraya la importancia de encontrar enfoques educativos efectivos que fomenten la comprensión profunda y la aplicación práctica de conceptos complejos.

Para abordar este problema, se propone una metodología integral. Primero, se emplearía una investigación de diseño y desarrollo, para crear un equipo didáctico que apoye el desarrollo de nuevos conocimientos y fomente la curiosidad en los alumnos. Dado que la investigación de diseño tiene como objetivo el analizar cómo es la relación entre el diseño y las personas, nos presenta un campo interdisciplinario que encaja perfectamente con el proyecto abordando tanto la parte de las ciencias sociales como exactas.

Este enfoque integrado abarcaría tanto aspectos cualitativos como cuantitativos para lograr una comprensión completa de la situación y una solución efectiva, a su vez se consideran las tecnologías emergentes para lograr un enfoque innovador en la educación y mejorar la adquisición de competencias.

4.4 SELECCIÓN DE LA MUESTRA

Alumnos de tercer, quinto y séptimo semestre los cuales llevan o ya han llevado en el pasado clases derivadas de la mecánica como estática, diseño de elementos mecánicos, vibraciones mecánicas, análisis de elemento finito de la carrera de ingeniería en mecatrónica en el Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán, así como docentes que imparten cátedra dentro del ITST

4.5 RECOLECCIÓN DE DATOS

Para realizar un análisis adecuado se busca identificar las dificultades y desafíos en el proceso de enseñanza aprendizaje dentro de la ingeniería mecatrónica. Esto nos lleva a la aplicación de encuestas tanto a docentes como a los estudiantes respectivamente, para el posterior análisis de la información recolectada, del que se busca obtener observaciones de las experiencias previas, así mismo recabar información acerca de dispositivos didácticos e investigaciones previas que ya han sido empleadas anteriormente tanto en otras universidades como institutos de investigación.

La recolección de datos está dividida en dos partes, la primera etapa estará realizada a base de entrevistas semiestructuradas, mismas que nos permitirá recolectar información cualitativa sobre las dificultades y desafíos que presentan los estudiantes en la generación de conocimientos sólidos en materias de mecánica. Esta primera etapa nos dará un enfoque hacia donde están los problemas de aprendizaje desde su punto de vista.

Para la etapa número dos, al igual que a los estudiantes, se aplicará una encuesta semiestructurada con el mismo enfoque, pero con diversas preguntas para analizar la parte de la enseñanza y los problemas que estos presentan.

Con ello se tendrá la información suficiente para desarrollar conclusiones sobre la o las principales problemáticas a las cuales se deben y se busca atender con este proyecto de investigación. Esto de la mano de una investigación dentro de repositorios, páginas web de universidades e institutos de investigación y en el

mercado, sistemas didácticos de apoyo que ya hayan sido empleados con la finalidad de observar sus características en común así como investigaciones dentro de la rama del apoyo a la enseñanza en la ingeniería.

4.7 SELECCIÓN DEL INSTRUMENTO

Se optó por desarrollar un sistema tipo armadura que emule la estructura de un puente, ya que posterior a la investigación realizada, varios de los sistemas encontrados están contruidos de esta forma, ya que buscan ofrecer una fácil comprensión de los alumnos usando algo común como lo son los puentes, para explicar la teoría vista en clase, optando por generar en los estudiantes de la carrera un enlace de lo conocido con lo analizado dentro del aula generando nuevos conocimientos.

Aunado a lo anterior, se implementa la construcción del mismo a partir del modelaje en 3D de la mano de la impresión en tercera dimensión, con lo que se espera desarrollar competencias de varias áreas de la ingeniería, esto a respuesta de la información obtenida por las encuestas realizadas a los estudiantes del ITST, donde algunos mencionan el gusto por llevar a cabo prácticas con material didáctico innovador. Con esta aplicación se está buscando ofrecer una perspectiva más amplia sobre la aplicación de conocimientos dentro del desarrollo profesional de un ingeniero en mecatrónica.

4.8 PROCEDIMIENTO

Posterior a la recaudación de datos de los alumnos y docentes dentro del instituto sobre sus problemáticas en la enseñanza u aprendizaje, donde como se menciona en el capítulo anterior, se habla sobre la falta de equipo para prácticas y un sistema que sea capaz de asociar lo visto en clase teórica, practica y analíticamente con problemas más comunes de la sociedad. Así como después de indagar sobre dispositivos de apoyo a la enseñanza aprendizaje en la ingeniería, se propone el diseño de un sistema tipo armadura, que sea capaz de mostrar visualmente a los

alumnos como es que las fuerzas tanto internas como externas, actúan sobre un cuerpo, y como este reacciona ante ellas.

Dadas las prestaciones que ofrece la manufactura aditiva, como la versatilidad para diseñar piezas 3D en software CAD, así como la personalización y el manejo libre de las piezas. Se propone la elaboración de las mismas, con PLA material usado comúnmente en la impresión en tercera dimensión, así como el uso de impresoras que el departamento de mecatrónica del ITST puso a la disposición para la realización de este proyecto.

4.8.1 Selección de armaduras

Para comenzar con la propuesta de diseño fueron seleccionados tres tipos de armaduras a utilizar para el diseño del sistema, considerando la posibilidad de reutilizar miembros estructurales en todos los tipos de armaduras propuestas, cada una de ellas con aplicaciones en estructuras de puentes, tejados, entre otras más. Esto para lograr enlazar el análisis de las armaduras con su trabajo realizado cotidianamente.

El primer seleccionado fue la armadura tipo Howe.

Figura 4.2

Puente conformado por armadura tipo Howe.



Fuente: Prontubeam, recuperado de
(www.prontubeam.com/articulos/articulos.php?Id_articulo=21)

Misma que nos ofrece las siguientes características:

1. Eficiencia estructural: Las armaduras Howe son conocidas por su eficiencia estructural al utilizar tanto elementos de compresión como de tensión. Esto les permite soportar cargas pesadas de manera efectiva.
2. Elementos diagonales y verticales: Están compuestas por elementos diagonales (generalmente en forma de "V") que se cruzan con elementos verticales para formar un marco de soporte. Estos elementos se unen en nodos donde se transfieren las fuerzas y cargas.
3. Apariencia simétrica: Las armaduras Howe suelen tener una apariencia simétrica, lo que las hace estéticamente atractivas en aplicaciones arquitectónicas.
4. Materiales comunes: Pueden estar construidas de madera, acero u otros materiales, dependiendo de la aplicación y el diseño específico.
5. Versatilidad de diseño: Son versátiles en términos de diseño, lo que les permite adaptarse a diferentes necesidades estructurales, como puentes, techos, estructuras de soporte, entre otros.
6. Resistencia y durabilidad: Debido a su diseño ingenioso y equilibrio entre elementos de tensión y compresión, las armaduras Howe suelen ser resistentes y duraderas.

El segundo tipo de armadura seleccionado fue el pratt plano.

Figura 4.3

Puente conformado por una armadura tipo Pratt plano.



Fuente: CivilExcel (2013), recuperado de www.civilexcel.com/2013/02/armadura-tipo-pratt-cercha-n.html

La cual cuenta con las siguientes características.

1. Configuración geométrica: Se componen de elementos rectos dispuestos en forma de triángulos, con diagonales comprimidas y elementos verticales en tensión.
2. Elementos rectos: Los elementos que forman las armaduras Pratt son rectos y generalmente están hechos de acero. Estos elementos están dispuestos de tal manera que las cargas se transfieren principalmente a lo largo de los miembros rectos.
3. Miembros diagonales y verticales: Las armaduras Pratt planas tienen miembros diagonales que se utilizan para resistir fuerzas de compresión, mientras que los miembros verticales están diseñados para soportar fuerzas de tensión. Estos elementos están dispuestos de manera que las cargas se transmitan eficientemente a través de la estructura.
4. Eficiencia: Son estructuras eficientes en términos de distribución de carga y resistencia. La disposición triangular permite una buena resistencia a las fuerzas que actúan sobre la estructura.

5. Uso común: Se utilizan comúnmente en puentes, torres de transmisión, marcos de edificios y otras estructuras donde se requiere resistencia y rigidez.
6. Análisis de fuerzas: El análisis de fuerzas en una armadura Pratt implica determinar las fuerzas de compresión y tensión en cada miembro para garantizar que la estructura pueda soportar las cargas previstas.

El tercer y último tipo de armadura es el Warren.

Figura 4.4

Puente conformado por armadura tipo Warren



Fuente: Estructuras metálicas Colombia, recuperado de www.estructurasmetalicascolombia.com/construcciones-metalicas/pasarelas-de-acero-y-puentes-peatonales.

Este tipo de armadura ofrece las siguientes características.

1. Material: Generalmente están hechas de acero grueso y resistente. El acero utilizado es de alta calidad para proporcionar una protección adecuada.
2. Construcción cruzada: La característica principal de las armaduras Warren es su diseño cruzado. Están compuestas por miembros de acero entrecruzados que se superponen para formar una malla protectora.

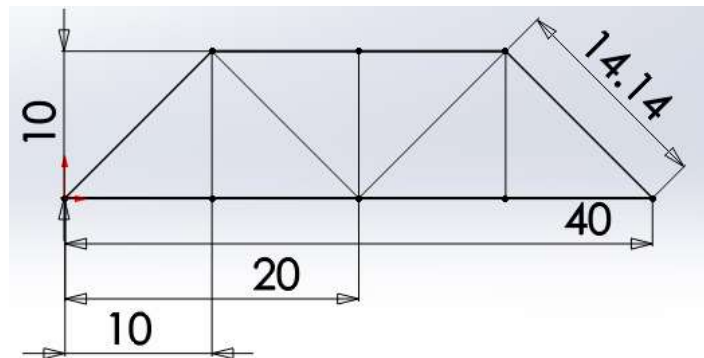
3. Flexibilidad y movilidad: A diferencia de las armaduras metálicas más pesadas y rígidas, las armaduras Warren ofrecen una mayor flexibilidad, lo que permite una movilidad relativamente mejorada para el usuario.
4. Protección moderada: Aunque no brindan la misma protección total que las armaduras de placas metálicas, estas armaduras de cuero cruzado proporcionan una defensa decente contra golpes, cortes y raspaduras. Son eficaces en situaciones donde se necesita cierta protección sin sacrificar la capacidad de movimiento.
5. Estética histórica: Se inspiran en diseños históricos, especialmente en el período medieval. A menudo se adaptan para representar estilos de armaduras específicos de ciertas culturas o períodos históricos.
6. Personalización: Pueden ser personalizadas y adaptadas para satisfacer los gustos y necesidades del usuario. Se pueden agregar adornos, tintes o diseños específicos para hacerlas únicas.

4.8.2 Diseño de las dimensiones de las armaduras seleccionadas

Ya habiendo considerado las armaduras las cuales serán consideradas para el diseño del sistema, lo siguiente es proponer las medidas de cada uno de los tipos seleccionados, con lo cual se propone lo siguiente.

Figura 4.5

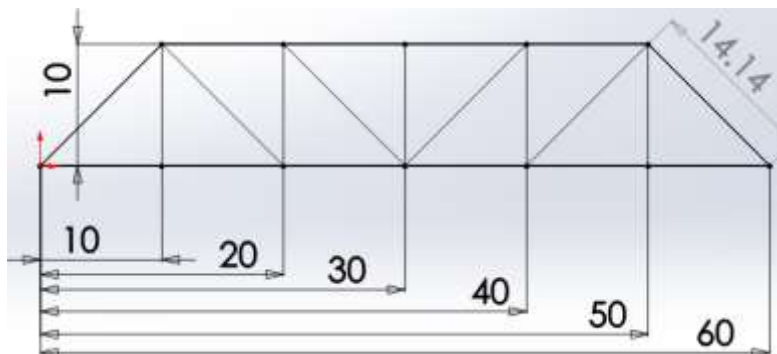
Propuesta número uno, tipo Howe



Fuente: Autoría propia

Figura 4.6

Propuesta número dos, tipo Pratt.

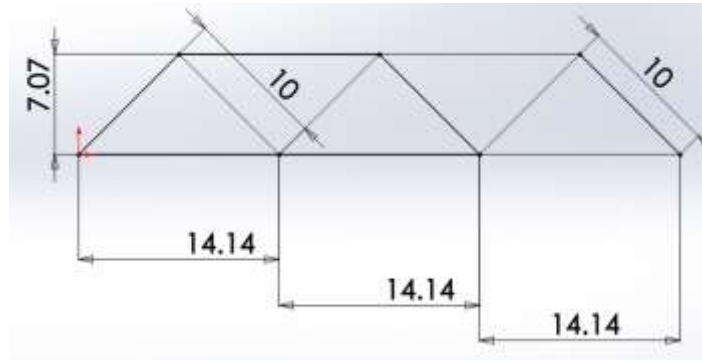


Fuente: Autoría propia.

Propuesta número 3, tipo Warren

Figura 4.7

Propuesta número tres, tipo Warren.



Fuente: Autoría propia.

4.8.3 Cálculo de esfuerzo por método de nodos

Con los tipos de armaduras definidas, prosigue el análisis de estas ante cargas. Para esto se realizará el análisis de armaduras por el método de nodos, lo cual es de ayuda para conocer cuál será el esfuerzo máximo al que estará sometido cada componente del sistema de la armadura. Para esto se realiza el análisis de nodos donde se propone una carga de 49 newton o cinco kilogramos aproximadamente de peso en el nodo central, esta carga se propone como una carga de diseño, donde se realizan las pruebas considerando una carga mayor a la que estará sometido el sistema. Mismo sistema que tendrá una carga máxima de un kilogramo o 9.8 newton.

*Obtención de reacciones en la armadura 1

$$+\uparrow \Sigma Fy = -49N + Ay + By = 0$$

$$Ay + By = 49N$$

$$\Sigma MA = (40mm)(By) - (49N)(20mm)$$

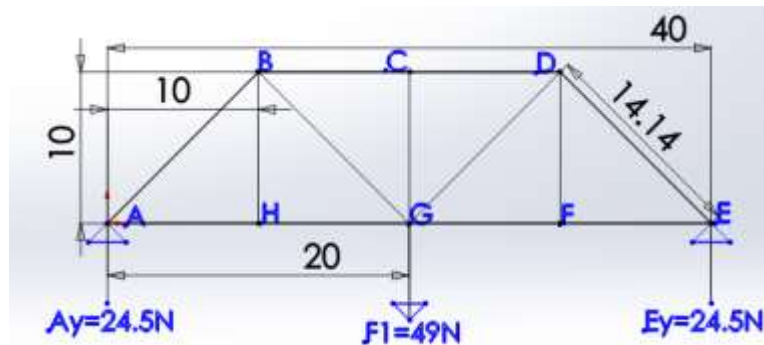
$$By = 25.5N$$

$$Ay = 49N - By = 49N - 24.5N$$

$$Ay = 24.5N$$

Figura 4.8

Diagrama de reacciones en armadura uno.



Fuente: Autoría propia.

Análisis del nodo A

$$+\uparrow \Sigma F_y = 24.5N - FBA \left(\frac{10}{10\sqrt{2}} \right) = 0$$

$$FBA = (24.5N) \left(\frac{10}{10\sqrt{2}} \right) = \frac{49\sqrt{2}}{2}$$

$$FBA = \frac{49\sqrt{2}}{2} N$$

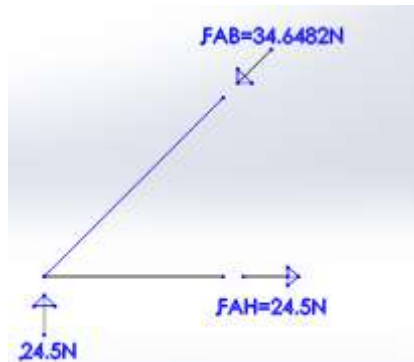
$$+\rightarrow \Sigma F_x = FAH - FAB \left(\frac{10}{10\sqrt{2}} \right) = 0$$

$$FAH = \left(\frac{49\sqrt{2}}{2} \right) \left(\frac{10}{10\sqrt{2}} \right) = 24.5N$$

$$FAH = 24.5N$$

Figura 4.9

Análisis de esfuerzos del nodo A.



Fuente: Autoría propia.

Análisis del nodo H

$$\leftarrow +\Sigma F_X = F_{HA} - F_{HG} = 0$$

$$F_{HG} = F_{HA}$$

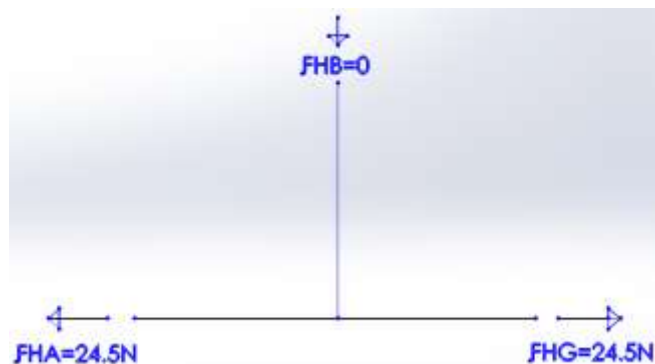
$$F_{HA} = 24.5N \quad F_{HG} = 24.5N$$

$$\Sigma F_Y = F_{HB} = 0$$

$$F_{HB} = 0$$

Figura 4.10

Análisis de esfuerzos del nodo H.



Fuente: Autoría propia.

Análisis del nodo B

$$FBA = \frac{49\sqrt{2}}{2} N \quad FBH = 0$$

$$\uparrow + \Sigma FY = FBA \left(\frac{10}{10\sqrt{2}} \right) + FBH - FBG \left(\frac{10}{10\sqrt{2}} \right) = 0$$

$$FBG = (24.5N) \left(\frac{10\sqrt{2}}{2} \right) = \frac{49\sqrt{2}}{2} N$$

$$FBG = \frac{49\sqrt{2}}{2} N$$

$$\rightarrow + \Sigma FX = FBA \left(\frac{10}{10\sqrt{2}} \right) + FBG \left(\frac{10}{10\sqrt{2}} \right) - FBC = 0$$

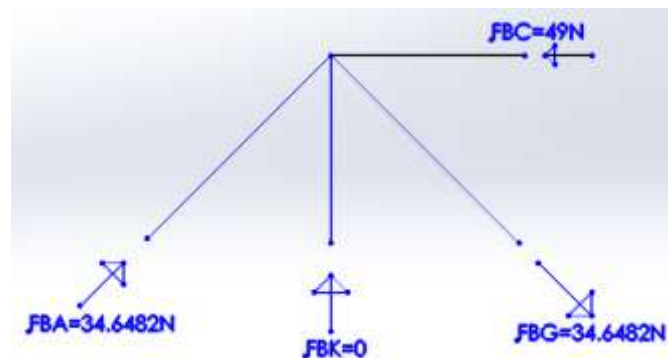
$$FBA \left(\frac{10}{10\sqrt{2}} \right) + FBG \left(\frac{10}{10\sqrt{2}} \right) = FBC$$

$$24.5N + 24.5N = 49N$$

$$FBC = 49N.$$

Figura 4.11

Análisis de esfuerzos del nodo B.



Fuente: Autoría propia.

Análisis del nodo C

$$\rightarrow +\Sigma F_x = F_{CB} - F_{CD} = 0$$

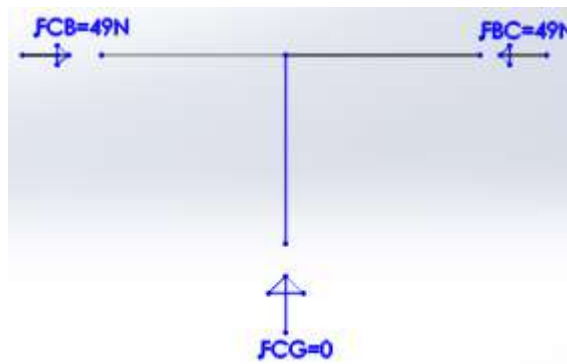
$$F_{CD} = F_{CB} \quad F_{CD} = 49N$$

$$\Sigma F_y = F_{CG} = 0$$

$$F_{CG} = 0$$

Figura 4.12

Análisis de esfuerzos del nodo C.

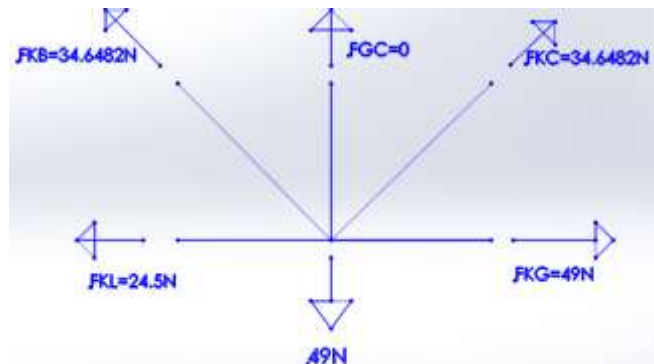


Fuente: Autoría propia.

Análisis del nodo G

Figura 4.13

Análisis de esfuerzos del nodo G.



Fuente: Autoría propia.

$$F_{GB} = \frac{49\sqrt{2}}{2} N$$

$$F_{GH} = 24.5 N$$

$$F_{GC} = 0$$

$$F_{GF} = 24.5 N$$

$$F_{GD} = \frac{49\sqrt{2}}{2} N$$

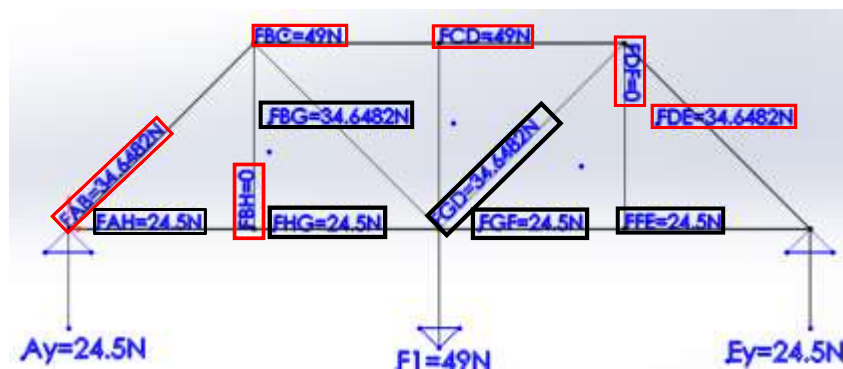
Para el cálculo de esfuerzos de este nodo se consideran las fuerzas obtenidas por nodos que se conectan a este.

Se considera las mismas fuerzas para los nodos D, F y E, ya que son iguales a los obtenidos de los nodos A, B, H respectivamente, esto por su misma forma que es idéntica del lado izquierdo y derecho.

La armadura con todos sus esfuerzos se muestra a continuación:

Figura 4.14

Esfuerzos en armadura uno.



Fuente: Autoría propia.

Nodo bajo tensión

Nodo bajo compresión

Análisis de la armadura 2

Obtención de las reacciones de armadura 2

$$\uparrow + \Sigma F_y = A_y + G_y - 49N = 0$$

$$A_y + G_y = 49N$$

$$\Sigma M_A = (60mm)G_y - (49N)(30mm)$$

$$G_y = \frac{(49N)(30mm)}{60mm}$$

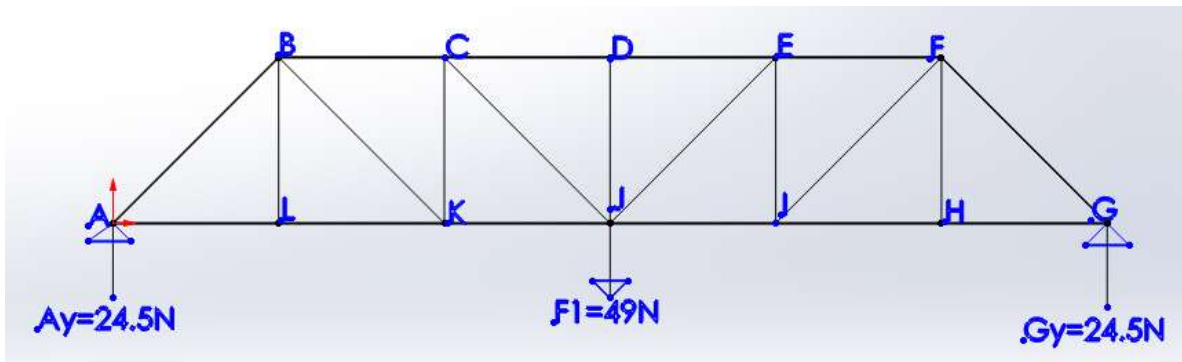
$$G_y = 24.5N$$

$$A_y = 49N - G_y = 49N - 24.5N = 24.5N$$

$$A_y = 24.5N$$

Figura 4.15

Diagrama de reacciones de armadura dos.



Fuente: Autoría propia.

Análisis del nodo A

$$\uparrow + \Sigma F_y = 24.5N - F_{AB} \frac{10}{10\sqrt{2}} = 0$$

$$F_{AB} = (24.5) \left(\frac{10\sqrt{2}}{10} \right)$$

$$F_{AB} = \frac{49\sqrt{2}}{2} N$$

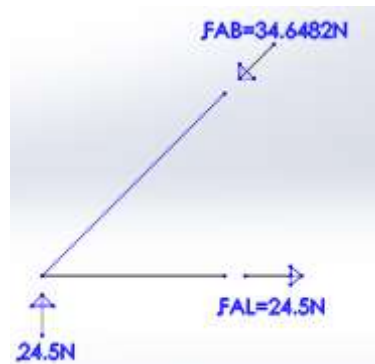
$$\rightarrow +\Sigma F_x = F_{AL} - F_{AB} \left(\frac{10}{10\sqrt{2}} \right)$$

$$F_{AL} = \left(\frac{49\sqrt{2}}{2} \right) \left(\frac{10}{10\sqrt{2}} \right)$$

$$F_{AL} = 24.5N$$

Figura 4.16

Análisis de esfuerzos del nodo A.



Fuente: Autoría propia.

Análisis del nodo L

$$\leftarrow +\Sigma F_x = F_{LA} - F_{LK} = 0$$

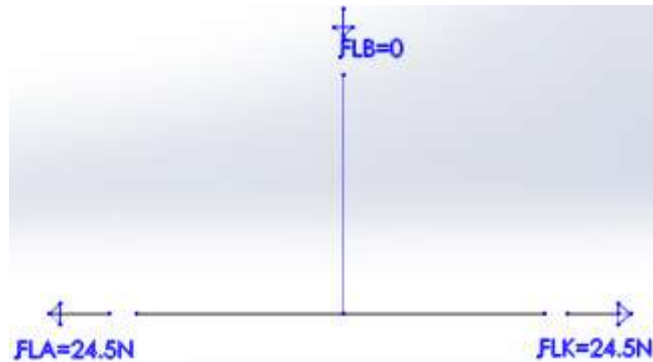
$$F_{LK} = 24.5N$$

$$\Sigma F_y = F_{LB} = 0$$

$$F_{LB} = 0$$

Figura 4.17

Análisis de esfuerzos del nodo L.



Fuente: Autoría propia.

Análisis del nodo B

$$\uparrow +\Sigma F_y = FBA \left(\frac{10}{10\sqrt{2}} \right) - FBK \left(\frac{10}{10\sqrt{2}} \right) = 0$$

$$FBK = FBA \left(\frac{10}{10\sqrt{2}} \right) \left(\frac{10\sqrt{2}}{10} \right)$$

$$FBK = \frac{49\sqrt{2}}{2} \text{ N}$$

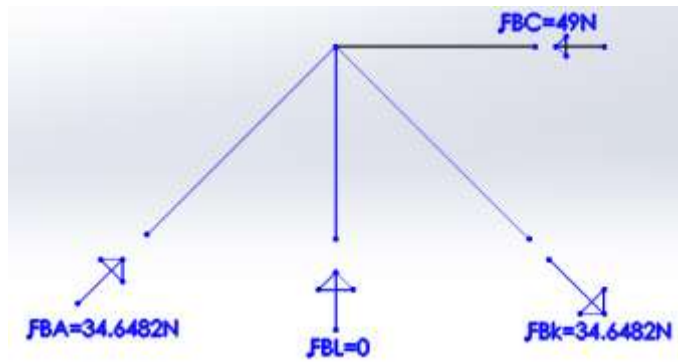
$$\rightarrow +\Sigma F = FBA \left(\frac{10}{10\sqrt{2}} \right) - FBC + FBK \left(\frac{10}{10\sqrt{2}} \right)$$

$$FBC = FBA \left(\frac{10}{10\sqrt{2}} \right) + FBK \left(\frac{10}{10\sqrt{2}} \right)$$

$$FBC = 49 \text{ N.}$$

Figura 4.18

Análisis de esfuerzos del nodo B.



Fuente: Autoría propia.

Análisis del nodo K

$$\uparrow + \Sigma F_y = F_{KB} \left(\frac{10}{10\sqrt{2}} \right) - F_{KC} = 0$$

$$F_{KC} = F_{KB} \left(\frac{10}{10\sqrt{2}} \right)$$

$$F_{KC} = 24.5N$$

$$\leftarrow + \Sigma F_x = F_{KB} \left(\frac{10}{10\sqrt{2}} \right) + F_{KL} - F_{KJ} = 0$$

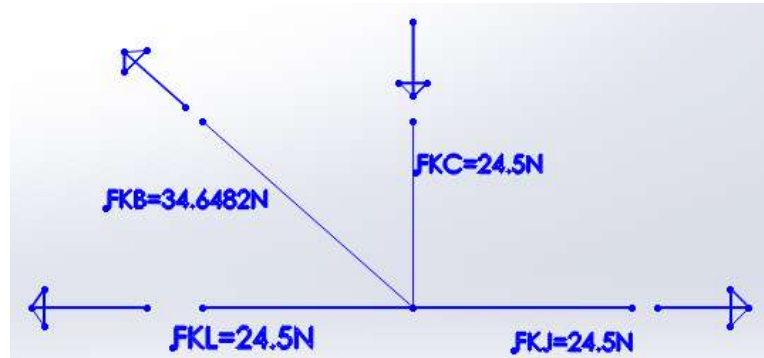
$$F_{KJ} = F_{KB} \left(\frac{10}{10\sqrt{2}} \right) + F_{KL}$$

$$F_{KJ} = 24.5N + 24.5N$$

$$F_{KJ} = 49N$$

Figura 4.19

Análisis de esfuerzos del nodo K.



Fuente: Autoría propia.

Análisis del nodo C

$$\rightarrow +\Sigma F_x = F_{CB} + F_{CJ} \left(\frac{10}{10\sqrt{2}} \right) - F_{CD} = 0$$

$$F_{CD} = F_{CB} + F_{CJ} \left(\frac{10}{10\sqrt{2}} \right)$$

$$F_{CD} = 73.5N$$

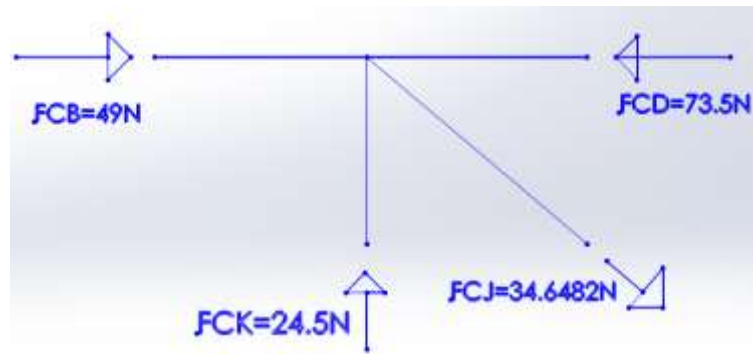
$$+\Sigma F_y = F_{CK} - F_{CJ} \left(\frac{10}{10\sqrt{2}} \right) = 0$$

$$F_{CJ} = F_{CK} \left(\frac{10\sqrt{2}}{10} \right)$$

$$F_{CJ} = \frac{49\sqrt{2}}{2} N$$

Figura 4.20

Análisis de esfuerzos del nodo C.



Fuente: Autoría propia.

Análisis del nodo D

$$\rightarrow +\Sigma F_x = F_{CD} - F_{DE} = 0$$

$$F_{DE} = F_{DC} = 0$$

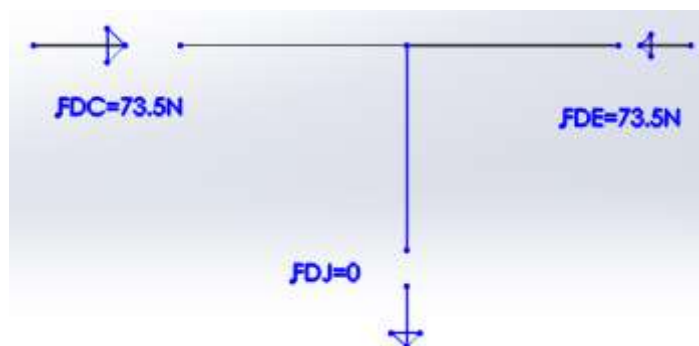
$$F_{DE} = 73.5N$$

$$\uparrow +\Sigma F_y = F_{DJ} = 0$$

$$F_{DJ} = 0,$$

Figura 4.21

Análisis de esfuerzos del nodo D.

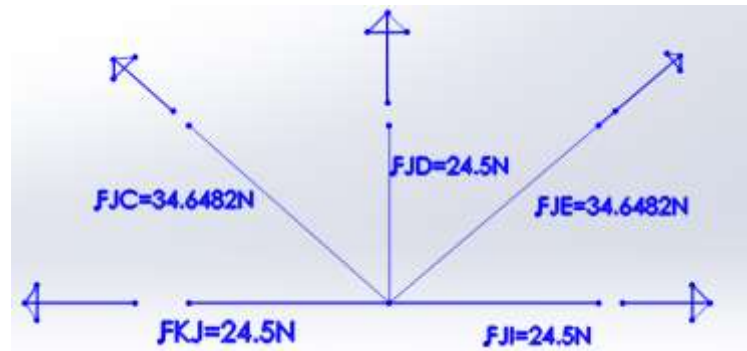


Fuente: Autoría propia.

Análisis del nodo J

Figura 4.22

Análisis de esfuerzos del nodo J.



Fuente: Autoría propia.

$$F_{JC} = \frac{49\sqrt{2}}{2} N$$

$$F_{KJ} = 24.5 N$$

$$F_{JD} = 0$$

$$F_{JI} = 24.5 N$$

$$F_{JE} = \frac{49\sqrt{2}}{2} N$$

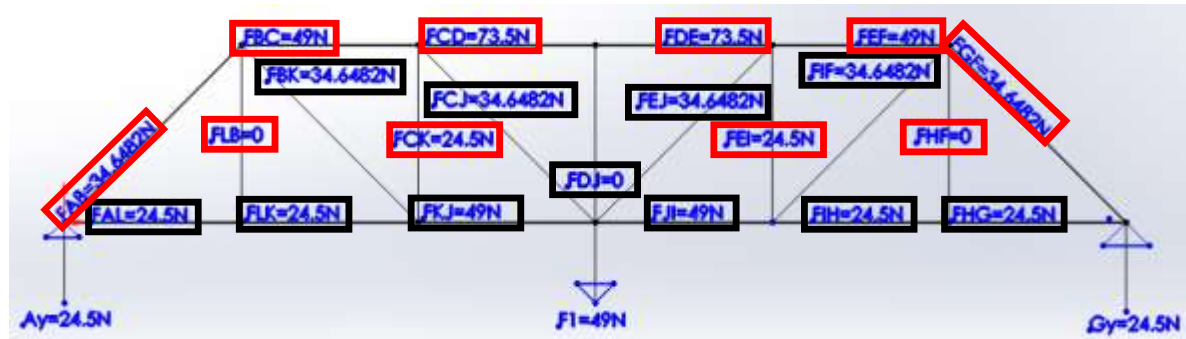
Para el cálculo de esfuerzos de este nodo se consideran las fuerzas obtenidas por nodos que se conectan a este.

Se considera las mismas fuerzas para los nodos E, F, I, H y G ya que son iguales a los obtenidos de los nodos A, B, L, K, y C respectivamente, esto por su misma forma que es idéntica del lado izquierdo y derecho.

La armadura con todos sus esfuerzos se muestra a continuación:

Figura 4.23

Esfuerzos en armadura dos.



Fuente: Autoría propia.

Nodo bajo tensión

Nodo bajo compresión

Análisis de la armadura 3

Cálculo de reacciones de la armadura 3

$$\Sigma F_y = 0$$

$$\uparrow + \Sigma F_y = A_y + E_y - F_1 - F_2$$

$$\uparrow + \Sigma F_y = A_y + E_y - 24.5 - 24.5$$

$$A_y + E_y = 49N$$

$$\Sigma M_A = 3(10\sqrt{2})E_y - 24.5(10\sqrt{2}) - 24.5(10\sqrt{2})$$

$$E_y = \frac{49.5 \left(\frac{30\sqrt{2}}{2} \right)}{30\sqrt{2}}$$

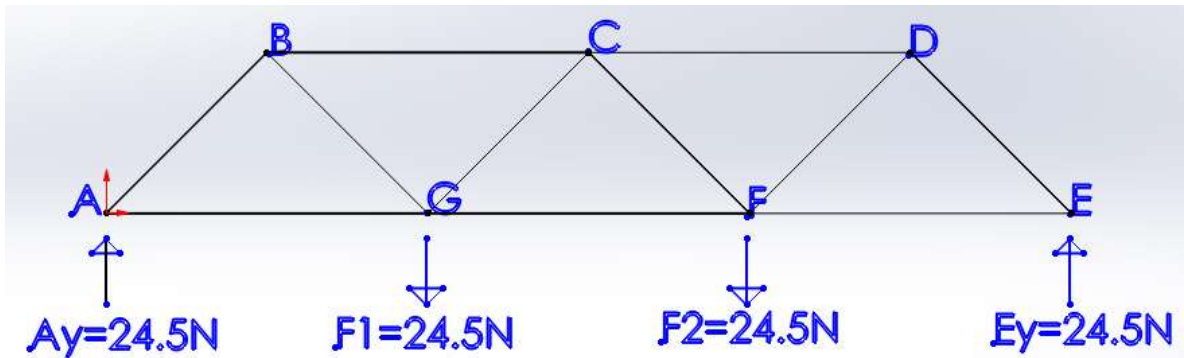
$$E_y = 24.5N$$

$$A_y = 49 - E_y \quad A_y = 49 - 24.5$$

$$A_y = 24.5N$$

Figura 4.24

Diagrama de reacciones en armadura tres.



Fuente: Autoría propia.

Análisis del nodo A

$$\uparrow + \Sigma F_y = 0$$

$$24.5 - F_{AB} \left(\frac{5\sqrt{2}}{10} \right) = 0$$

$$F_{AB} = 24.5 \left(\frac{49\sqrt{2}}{4} \right) \left(\frac{5\sqrt{2}}{10} \right)$$

$$F_{AB} = \frac{49\sqrt{2}}{4} N$$

$$\rightarrow + \Sigma F_x = 0$$

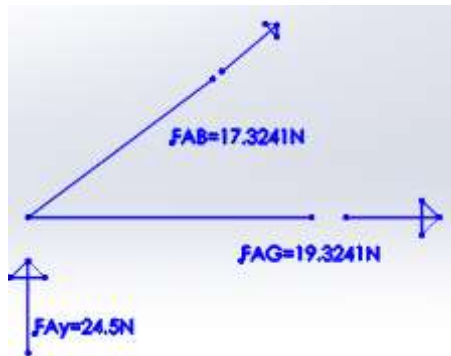
$$F_{AC} - F_{AB} \left(\frac{5\sqrt{2}}{10} \right) = 0$$

$$F_{AG} = \left(\frac{49\sqrt{2}}{4} \right) \left(\frac{5\sqrt{2}}{10} \right)$$

$$F_{AG} = \frac{49}{4} N$$

Figura 4.25

Análisis de esfuerzos del nodo A.



Fuente: Autoría propia.

Análisis del nodo B

$$\uparrow + \Sigma F_y = 0$$

$$F_{BA} \left(\frac{5\sqrt{2}}{10} \right) - F_{BG} \left(\frac{5\sqrt{2}}{10} \right)$$

$$F_{BG} = F_{BA} \quad F_{BG} = \frac{49\sqrt{2}}{4} \text{N}$$

$$\rightarrow + \Sigma F_x = 0$$

$$F_{AB} \left(\frac{5\sqrt{2}}{10} \right) + F_{BG} \left(\frac{5\sqrt{2}}{10} \right) - F_{BC} = 0$$

$$F_{BC} = 2 \left(\frac{49\sqrt{2}}{4} \right) * \frac{5\sqrt{2}}{10}$$

$$F_{BC} = \frac{49\sqrt{2}}{2} \text{N}$$

Figura 4.26

Análisis de esfuerzos del nodo B.



Fuente: Autoría propia.

Análisis del nodo G

$$\uparrow + \Sigma F_y = 0$$

$$FGC \left(\frac{5\sqrt{2}}{10} \right) + FGB \left(\frac{5\sqrt{2}}{10} \right) - 24.5 = 0$$

$$FGC = 24.5 - FGB \left(\frac{5\sqrt{2}}{10} \right) * \left(\frac{10}{5\sqrt{2}} \right)$$

$$FGC = \frac{49\sqrt{2}}{4} N$$

$$\rightarrow + \Sigma F_x = 0$$

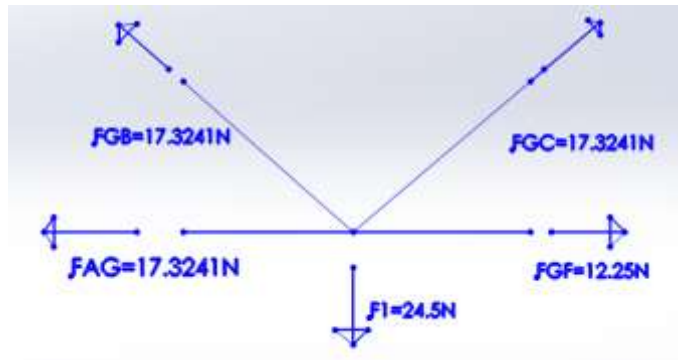
$$FGF + FGC \left(\frac{5\sqrt{2}}{10} \right) - FGA - FGB \left(\frac{5\sqrt{2}}{10} \right) = 0$$

$$FGF = \left(\left(\frac{49\sqrt{2}}{4} \right) \left(\frac{5\sqrt{2}}{10} \right) \right) - FGA - \left(\left(\frac{49\sqrt{2}}{4} \right) \left(\frac{5\sqrt{2}}{10} \right) \right)$$

$$FGF = FGA \quad FGF = 12.25N$$

Figura 4.27

Análisis de esfuerzos del nodo G.

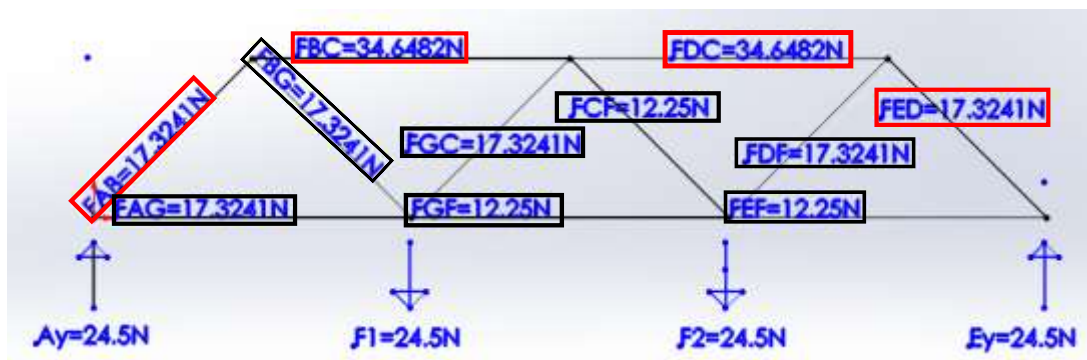


Fuente: Autoría propia.

Considerando que la armadura es simétrica de ambos lados, los valores obtenidos de los nodos A, B y G, son iguales a los nodos D, F y E. Con lo anterior mencionado las fuerzas de toda la estructura se muestra en la siguiente imagen.

Figura 4.28

Esfuerzos en armadura tres.



Obtenido de: Autoría propia.

Nodo bajo tensión

Nodo bajo compresión

Después de haber obtenido todos los esfuerzos sobre las armaduras propuestas, se obtuvo que el máximo esfuerzo al que estará sometida un componente de la armadura es de 73.5N, este esfuerzo ante tensión del componente CD, de la armadura 2. Lo anterior habiendo considerado la carga de diseño, pero al igual que para esta carga, se realizaron los cálculos propios para la carga real a la que estará trabajando el sistema, y al igual que los cálculos mostrados anteriormente, el esfuerzo máximo con la carga real fue en el nodo CD en la armadura dos, con un esfuerzo máximo de 14.7 newton ante tensión.

Conociendo el máximo esfuerzo al que estará sometido el componente, se hace la propuesta de diseño de viga que sea capaz de soportar esta carga, pero es importante el mencionar que esta viga debe presentar una flexión visible al ojo humano, para lograr apoyar a la representación en las prácticas realizadas a futuro con este sistema.

4.8.4 Selección de perfil a implementar

Se propone un perfil tipo IPE, mejor conocido como doble T o perfil en I, también llamado perfil europeo, ya que da gran resistencia ante cargas así como nos ofrece las siguientes características:

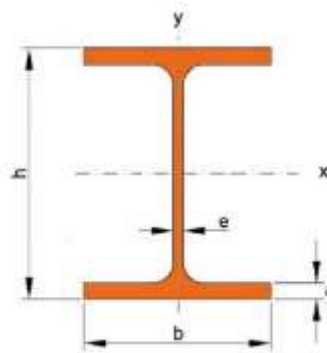
1. Forma y diseño: Los perfiles IPE tienen una forma de "I" con alas paralelas y un alma central. Esta forma proporciona una gran resistencia en relación con su peso, lo que los hace ideales para soportar cargas pesadas en aplicaciones estructurales.
2. Alas y alma: El perfil consta de dos alas simétricas y un alma central. Las alas son las secciones horizontales en la parte superior e inferior del perfil, mientras que el alma es la parte vertical que las conecta. Esta distribución proporciona resistencia y rigidez al perfil.
3. Dimensiones estándar: Los perfiles IPE vienen en una variedad de tamaños estándar que se designan con un número, como IPE 80, IPE 100, IPE 120, y

así sucesivamente. Estos números representan la altura del perfil en milímetros.

4. Peso por metro: Cada tamaño de perfil IPE tiene un peso específico por metro lineal. Por ejemplo, el IPE 100 pesa menos por metro que el IPE 200, pero también tiene menos capacidad de carga.
5. Aplicaciones comunes: Debido a su diseño resistente y su capacidad para soportar cargas pesadas, los perfiles IPE se utilizan comúnmente en la construcción de estructuras metálicas, como vigas para puentes, marcos de edificios, soportes para techos, entre otros.
6. Material: Suelen fabricarse a partir de acero laminado en caliente, lo que les otorga una resistencia y durabilidad significativas.

Figura 4.29

Perfil seleccionado para la viga.



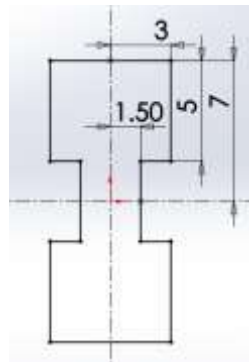
Fuente: Hierro y acero, recuperado de www.hierroyacero.site/perfil-ipe/.

4.8.5 Propuesta de dimensiones para el perfil

Habiendo seleccionado el perfil usado para la construcción de las vigas, lo siguiente es proponer las geometrías para este. La primera geometría que se propone es la siguiente:

Figura 4.30

Croquis A de geometría propuesta.

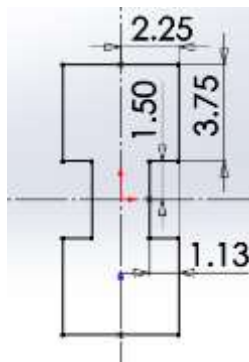


Fuente: Autoría propia

La segunda geometría es la siguiente:

Figura 4.31

Croquis B de geometría propuesta.

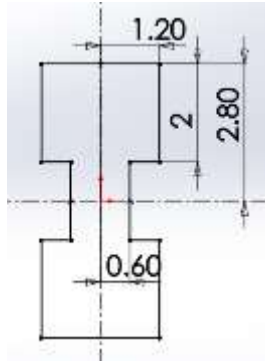


Fuente: Autoría propia

La tercera geometría es la siguiente:

Figura 4.32

Croquis C de geometría propuesta.



Fuente: Autoría propia

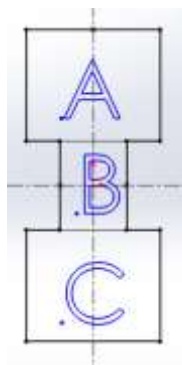
4.8.6 Cálculo del centroide y momento de inercia

Habiendo generado las geometrías, lo siguiente es analizar cada una de ellas para conocer cual se comporta de mejor manera y cumple con lo necesario para resistir la carga máxima de 73.5 newton en tensión, para esto se realiza el cálculo del centroide, las áreas, el momento de inercia, y el factor de seguridad.

Para la geometría uno, primero se divide el area total, en figuras mas simples para el cálculo mas sencillo. Y se obtiene lo siguiente:

Figura 4.33

Subdivisión de geometría.

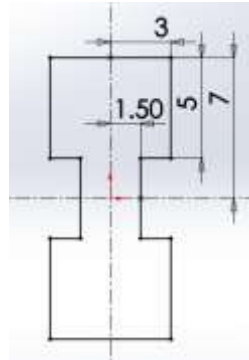


Fuente: Autoría propia.

Cálculo de valores de la geometría uno:

Figura 4.34

Croquis de la geometría uno.



Fuente: Autoría propia.

Para iniciar se obtienen las áreas:

$$\text{Area en A} = 5 * 6 = 30\text{mm}^2$$

$$\text{Area en B} = 3 * 4 = 12\text{mm}^2$$

$$\text{Area en C} = 5 * 6 = 30\text{mm}^2$$

$$\text{Area total} = 72\text{mm}^2$$

Lo siguiente es la obtención del centroide:

$$\text{Centroide en } x = 0$$

Esto ya que se encuentra en el origen la figura por lo cual la posición en X es constante.

$$\text{Centroide en } y$$

$$\text{Para A} = 2 + \left(\frac{5}{2}\right) = 4.5\text{mm}$$

$$\text{Para B} = 0 + (0) = 0\text{mm}$$

$$\text{Para } A = -2 + \left(-\frac{5}{2}\right) = -4.5\text{mm}$$

$$\bar{y} = \frac{(30 * 4.5) + (12 * 0) + (30 * -4.5)}{30 + 12 + 30}$$

$$\bar{y} = \frac{0}{72} = 0$$

Lo siguiente es obtener el momento de inercia

Para el segmento A

$$I = \frac{1}{12} * 6 * 5^3$$

$$I = 62.5\text{mm}^4$$

$$dA = 4.5 - 0 = 4.5\text{mm}$$

Para el segmento B

$$I = \frac{1}{12} * 3 * 4^3$$

$$I = 16\text{mm}^4$$

$$dB = 0 - 0 = 0$$

Para el segmento C

$$I = \frac{1}{12} * 6 * 5^3$$

$$I = 62.5\text{mm}^4$$

$$dC = -4.5 - 0 = -4.5$$

$$I_{total} = \Sigma(I + Ad^2)$$

$$I_{total} = (62.5 + 30 * 4.5^2) + (16 + 12 * 0) + (62.5 + 30 * -4.5^2)$$

$$I_{total} = 141mm^4.$$

Posterior a esto se integran los valores obtenidos en la siguiente tabla para facilitar su lectura:

Tabla 4.1

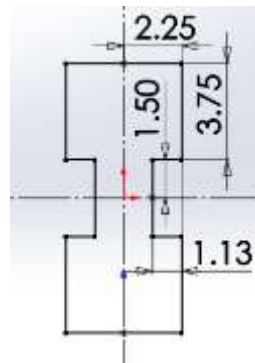
Tabla de recuento de valores de la geometría uno

Figura	Área	$\bar{x}$	$\bar{y}$	$A\bar{x}$	I
A	$30mm^2$	0	$4.5mm$	0	$62.5mm^4$
B	$12mm^2$	0	$0mm$	0	$16mm^4$
C	$30mm^2$	0	$-4.5mm$	0	$62.5mm^4$
Total	$72mm^2$				

Cálculo de valores de la geometría dos:

Figura 4.35

Croquis de la geometría dos.



Fuente: Autoría propia.

Para iniciar se obtienen las áreas:

$$Area\ en\ A = 4.5 * 3.75 = 16.875mm^2$$

$$Area\ en\ B = 2.25 * 3 = 6.75mm^2$$

$$Area\ en\ C = 4.5 * 3.75 = 16.875mm^2$$

$$Area\ total = 40.5mm^2$$

Lo siguiente es la obtención del centroide:

$$Centroide\ en\ x = 0$$

Esto ya que se encuentra en el origen la figura por lo cual la posición en X es constante.

$$Centroide\ en\ y$$

$$Para\ A = 1.5 + \frac{3.75}{2} = 3.375mm$$

$$Para\ B = 0 + (0) = 0mm$$

$$Para\ A = -1.5 + -\frac{3.75}{2} = -3.375mm$$

$$\bar{y} = \frac{(16.875 * 3.375) + (6.75 * 0) + (16.875 * -3.375)}{16.875 + 6.75 + 16.875}$$

$$\bar{y} = \frac{0}{40.5} = 0$$

Lo siguiente es obtener el momento de inercia

$$Para\ el\ segmento\ A$$

$$I = \frac{1}{12} * 4.5 * 3.75^3$$

$$I = \frac{10125}{512} mm^4$$

$$dA = 3.375 - 0 = 3.375mm$$

$$Para\ el\ segmento\ B$$

$$I = \frac{1}{12} * 2.25 * 3^3$$

$$I = \frac{81}{16} mm^4$$

$$dB = 0 - 0 = 0$$

Para el segmento C

$$I = \frac{1}{12} * 4.5 * 3.75^3$$

$$I = \frac{10125}{512} mm^4$$

$$dC = -3.375 - 0 = -3.375$$

$$I_{total} = \Sigma(I + Ad^2)$$

$$I_{total} = \left(\frac{10125}{512} + 16.875 * 3.375^2 \right) + \left(\frac{81}{16} + 6.75 * 0^2 \right) + \left(\frac{10125}{512} + 16.875 * -3.375^2 \right)$$

$$I_{total} = \frac{11421}{256} mm^4.$$

Posterior a esto se integran los valores obtenidos en la siguiente tabla para facilitar su lectura:

Tabla 4.2

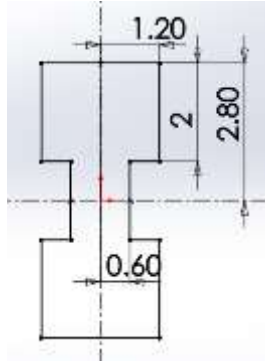
Tabla de recuento de valores de la geometría dos

Figura	Área	$\bar{x}$	$\bar{y}$	$A\bar{x}$	I
A	$16.875 mm^2$	0	$3.375 mm$	0	$\frac{10125}{512} mm^4$
B	$6.75 mm^2$	0	$0 mm$	0	$\frac{81}{16} mm^4$
C	$16.875 mm^2$	0	$-3.375. m$	0	$\frac{10125}{512} mm^4$
Total	$40.5 mm^2$				

Cálculo de valores de la geometría dos:

Figura 4.36

Croquis de la geometría tres.



Fuente: Autoría propia.

Para iniciar se obtienen las áreas:

$$\text{Area en A} = 2 * 2.4 = 4.8mm^2$$

$$\text{Area en B} = 2 * 1.6 = 1.92mm^2$$

$$\text{Area en C} = 2 * 2.4 = 4.8mm^2$$

$$\text{Area total} = 11.52mm^2$$

Lo siguiente es la obtención del centroide:

$$\text{Centroide en } x = 0$$

Esto ya que se encuentra en el origen la figura por lo cual la posición en X es constante.

$$\text{Centroide en } y$$

$$\text{Para A} = 0.8 + 1 = 1.8mm$$

$$\text{Para B} = 0 + (0) = 0mm$$

$$\text{Para A} = -0.8 + -1 = -1.8mm$$

$$\bar{y} = \frac{(4.8 * 1.8) + (1.92 * 0) + (4.8 * -1.8)}{4.8 + 1.92 + 4.8}$$

$$\bar{y} = \frac{0}{11.52} = 0$$

Lo siguiente es obtener el momento de inercia

Para el segmento A

$$I = \frac{1}{12} * 2.4 * 2^3$$

$$I = 1.6mm^4$$

$$dA = 1.8 - 0 = 1.8mm$$

Para el segmento B

$$I = \frac{1}{12} * 1.2 * 1.6^3$$

$$I = \frac{256}{625}mm^4$$

$$dB = 0 - 0 = 0$$

Para el segmento C

$$I = \frac{1}{12} * 2.4 * 2^3$$

$$I = 1.6mm^4$$

$$dC = -1.8 - 0 = -1.8$$

$$I_{total} = \Sigma(I + Ad^2)$$

$$I_{total} = (1.6 + 4.8 * 1.8^2) + \left(\frac{256}{625} + 1.92 * 0^2\right) + (1.6 + 4.8 * -1.8^2)$$

$$I_{total} = \frac{2256}{625}mm^4.$$

Posterior a esto se integran los valores obtenidos en la siguiente tabla para facilitar su lectura:

Tabla 4.3

Tabla de recuento de valores de la geometría tres

Figura	Área	$\bar{x}$	$\bar{y}$	$A\bar{x}$	I
A	$4.8mm^2$	0	$1.8mm$	0	$1.6mm^4$
B	$1.92mm^2$	0	$0mm$	0	$\frac{256}{625}mm^4$
C	$4.8mm^2$	0	$-1.8mm$	0	$1.6mm^4$
Total	$11.52mm^2$	0			

Conociendo el área y el esfuerzo máximo al que estará expuesto, lo siguiente es obtener el factor de seguridad de las piezas, esto para conocer cuál de estas puede soportar adecuadamente el esfuerzo máximo sin sufrir deformaciones o rupturas. Pare lo cual se utiliza la siguiente fórmula:

$$Factor\ de\ seguridad = \frac{Estres\ de\ fluencia}{Estres\ maximo}$$

Cabe a resaltar que se utiliza esta fórmula para el cálculo del factor de seguridad para materiales dúctiles ya que, si bien el PLA no cuenta con datos certificados sobre su comportamiento ante esfuerzos, existen estudios que han experimentado con esto y obtenido valores sobre sus características, así que por mera fluencia se empleará esta fórmula ya que se conocen los valores y características necesarios para su uso.

Mencionado lo anterior se obtiene que para la geometría dos:

$$Factor\ de\ seguridad = \frac{Estres\ de\ fluencia}{Estres\ maximo}$$

$$Factor\ de\ seguridad = \frac{26.90}{10.157}$$

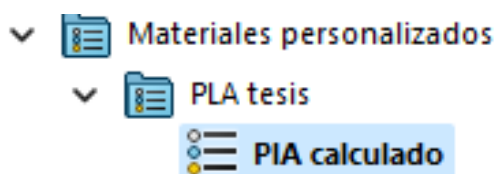
$$Factor\ de\ seguridad = 2.6484$$

Posterior a la realización de los cálculos mostrados anteriormente, donde se obtuvo el centroide, el momento de inercia y el esfuerzo máximo al que estará sometido los miembros estructurales del sistema, son la base para conocer el factor de seguridad del diseño para corroborar su funcionalidad.

Para esto es muy importante el mencionar que, al trabajar con PLA nos enfrentamos a ciertos problemas, ya que este material no posee estudios oficiales que demuestren su comportamiento ante cargas, como lo pueden ser los metales y demás materiales. Esto se debe a que el PLA.

Figura 4.37

Material generado en SolidWorks para las pruebas.



Fuente: Autoría propia.

Figura 4.37

Propiedades del material generado en SolidWorks para las pruebas.

Propiedad	Valor	Unidad
Módulo elástico	1985000000	N/m ²
Coefficiente de Poisson	0.499	N/D
Módulo cortante	22900000	N/m ²
Densidad de masa	1376	kg/m ³
Límite de tracción	53510000	N/m ²
Límite de compresión		N/m ²
Límite elástico	26190000	N/m ²

Fuente: Autoría propia.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

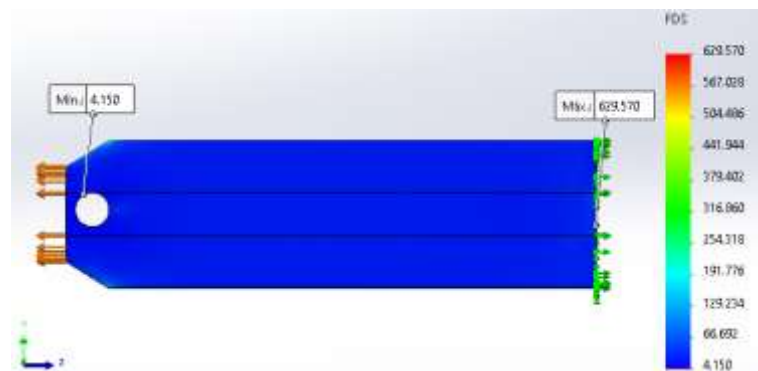
A través de la simulación realizada en el complemento de SolidWorks Simulation, se obtuvieron resultados sobre el comportamiento de las vigas frente al máximo esfuerzo al que estarán expuestas. Estos resultados consideran que el material utilizado es PLA, con un relleno de impresión del 40%. Es importante destacar que, para llevar a cabo esta prueba, se tomó en cuenta el máximo esfuerzo a tensión, aplicando una fuerza de 73.5 newtons paralela al eje Z.

Como se puede observar en la imagen adjunta, el factor de seguridad de la primera geometría es de 4.150 puntos, lo que indica que el diseño puede soportar hasta cuatro veces el máximo esfuerzo al que estará sometido. Lo mismo ocurre con la geometría B, que posee un factor de seguridad de 2.57, lo que implica que puede resistir más del doble del esfuerzo máximo. Por lo tanto, se puede afirmar que estas geometrías pueden funcionar adecuadamente bajo cargas de hasta cinco kilogramos, sin olvidar que funcionalmente estarán expuestas a un máximo de un kilogramo.

Sin embargo, en el caso de la geometría C, su factor de seguridad es de 0.148, lo que sugiere que esta parte podría soportar la carga, pero, según las normas de diseño para vigas sometidas a cargas, el factor de seguridad debería ser superior a 1. Idealmente, debería oscilar entre 1 y 3.

Figura 5.1

Prueba en SolidWorks de geometría A, sobre el factor de seguridad.



Fuente: Autoría propia.

Figura 5.2

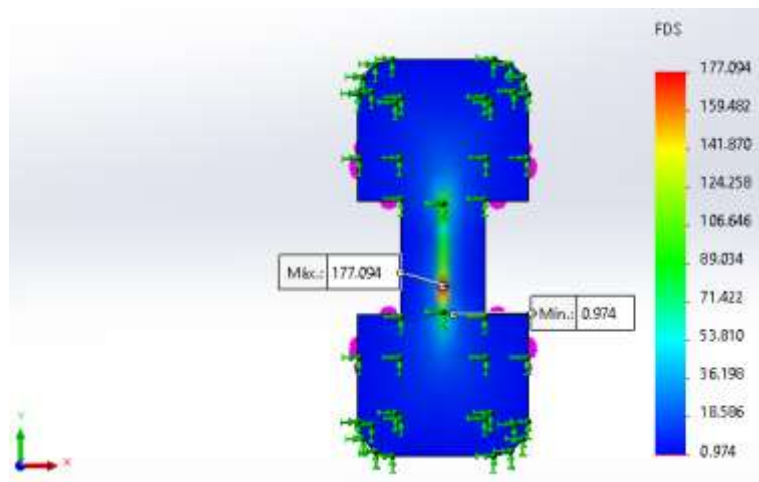
Prueba en SolidWorks de geometría B, sobre el factor de seguridad.



Fuente: Autoría propia.

Figura 5.4

Prueba en SolidWorks de geometría C, sobre el factor de seguridad en la vista del corte.



Fuente: Autoría propia.

Figura 5.4

Prueba en SolidWorks de geometría C, sobre el factor de seguridad.



Fuente: Autoría propia.

El factor de seguridad, representado en la imagen anterior, está estrechamente relacionado con el valor de la tensión de von Mises. Como se ilustra en la Figura 23, el esfuerzo máximo al que estará expuesta la viga es de 6.31, mientras que el mínimo es de 0.042 en términos de von Mises. Esto indica que, en general, la viga puede soportar la carga, con la excepción de algunas áreas que mostrarán una mayor carga de tensión, aunque aun así la estructura permanece estable. En la ilustración 24, que representa la tensión en la geometría B, observamos que algunos puntos de la figura están expuestos a 10.157 unidades de von Mises, pero en general, la pieza experimenta solo 0.026 unidades. Por último, en la ilustración 25, que muestra la geometría C, podemos observar que su punto máximo alcanza una tensión de 26.895 unidades, lo que supera la resistencia máxima del PLA a la fluencia, lo que podría ocasionar fallos en la pieza y no se puede garantizar su resistencia ante cargas de 73.5 newtons en tensión.

Figura 5.5

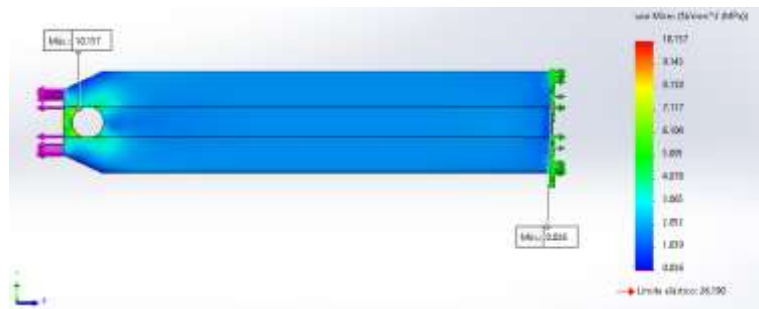
Prueba en SolidWorks de tensión de von mises en la geometría A.



Fuente: Autoría propia.

Figura 5.6

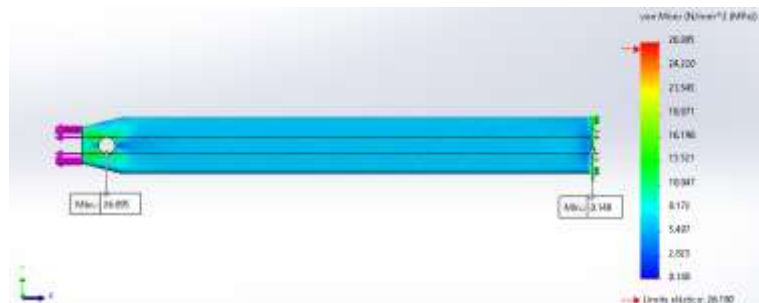
Prueba en SolidWorks de tensión de von mises en la geometría B.



Fuente: Autoría propia.

Figura 5.7

Prueba en SolidWorks de tensión de von mises en la geometría C.



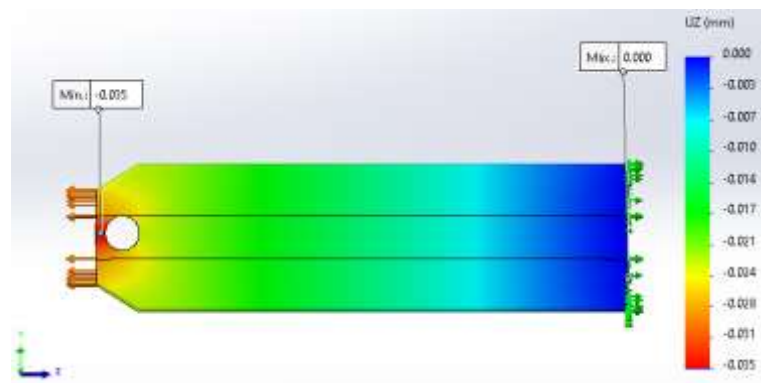
Fuente: Autoría propia.

En las imágenes siguientes se muestra el desplazamiento causado por la tensión en las piezas. Para la geometría A, el desplazamiento es de -0.035 milímetros, para la geometría B es de -0.061 milímetros, y para la geometría C es de -0.176 milímetros. Si bien existe la posibilidad de que se produzca este desplazamiento, es importante destacar que, dado su valor relativamente pequeño y considerando que la pieza está diseñada para ser impresa en dirección axial, demuestra una notable resistencia. Sin embargo, este escenario podría cambiar si se aplicara una fuerza cortante en el plano y sobre la pieza.

Desplazamiento en Z

Figura 5.8

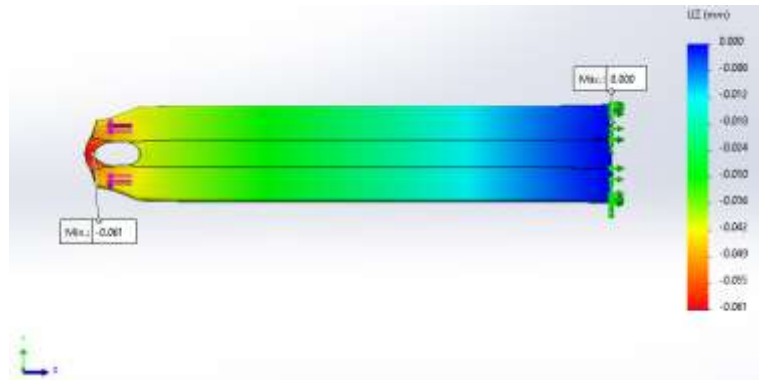
Prueba en SolidWorks del desplazamiento en el eje Z en la geometría A.



Fuente: Autoría propia.

Figura 5.9

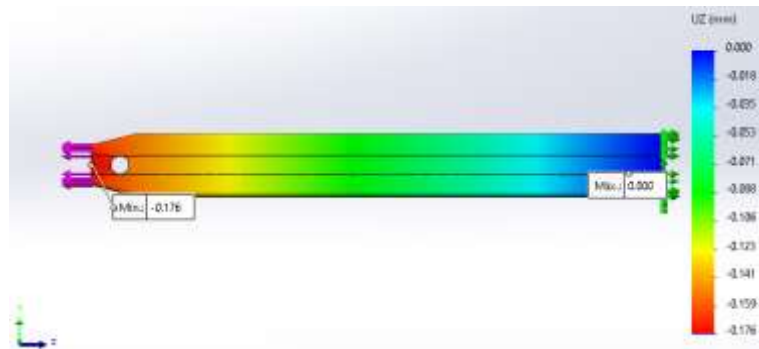
Prueba en SolidWorks del desplazamiento en el eje Z en la geometría B.



Fuente: Autoría propia.

Figura 5.10

Prueba en SolidWorks del desplazamiento en el eje Z en la geometría C.

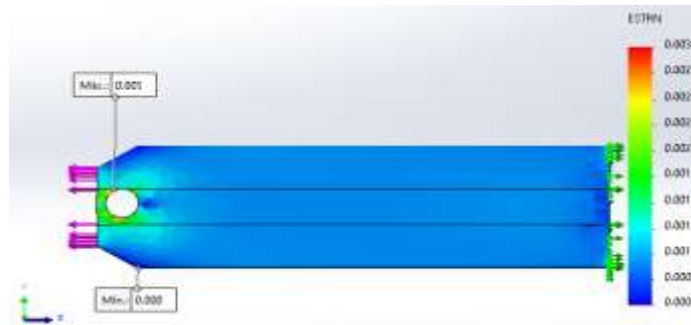


Fuente: Autoría propia.

Las ilustraciones siguientes presentan el estudio de las deformaciones unitarias en las tres geometrías diferentes. En general, todas mostraron una respuesta favorable ante esta simulación, reflejada mayormente en tonos azules que indican deformaciones mínimas. Sin embargo, en todas ellas se identifica un punto con tonalidad roja, el cual indica la ubicación donde es más probable que ocurra una deformación significativa.

Figura 5.12

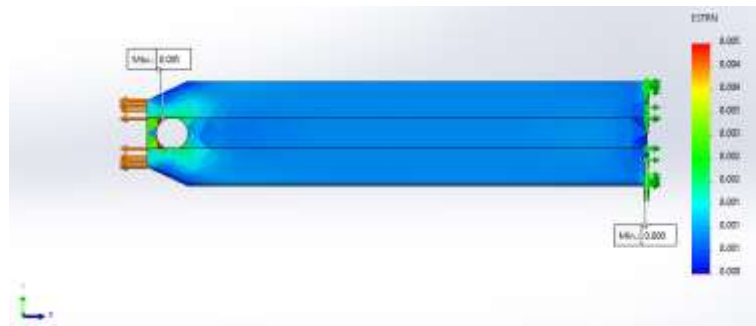
Prueba en SolidWorks de las deformaciones unitarias en la geometría A.



Fuente: Autoría propia.

Figura 5.13

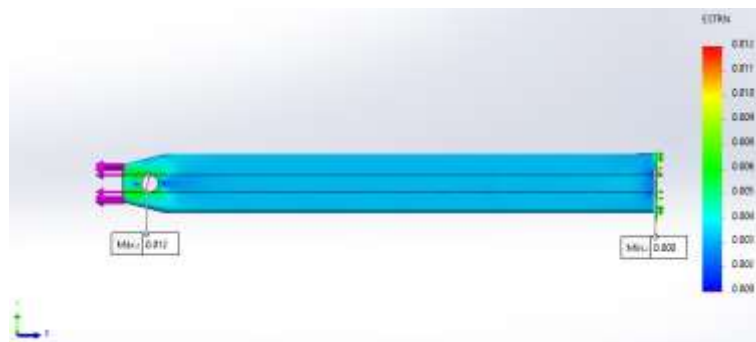
Prueba en SolidWorks de las deformaciones unitarias en la geometría B.



Fuente: Autoría propia.

Figura 5.14

Prueba en SolidWorks de las deformaciones unitarias en la geometría C.



Fuente: Autoría propia.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

6.1 CONCLUSIONES DEL PROYECTO, EXPERIENCIAS PROFESIONAL Y PERSONAL ADQUIRIDA

Basándonos en la hipótesis planteada, la investigación se centró en proponer un sistema mecatrónico que respalde el proceso de enseñanza-aprendizaje en la ingeniería, especialmente en el área de mecánica. Los resultados obtenidos reflejan una percepción compartida entre docentes y alumnos sobre los desafíos actuales en este proceso, destacando la necesidad de prácticas de enseñanza respaldadas por material adecuado.

El diseño e implementación del sistema mecatrónico propuesto buscó abordar estas necesidades identificadas, utilizando técnicas de diseño y modelado por computadora, así como tecnologías emergentes como la impresión 3D. A pesar de algunas dificultades en el proceso de diseño, se logró desarrollar un sistema funcional que ofrece una propuesta innovadora para mejorar la adquisición de competencias por parte de los estudiantes.

Si bien el sistema presenta algunas limitaciones, especialmente en cuanto a la resistencia de ciertos componentes, representa un paso importante hacia la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje en la ingeniería mecatrónica.

La implementación de este tipo de sistemas, que responden a las necesidades y propuestas de docentes y alumnos, puede contribuir significativamente a fortalecer el sistema educativo y fomentar un mayor interés y participación por parte de los estudiantes en sus clases.

6.4 LIMITACIONES DEL MODELO PLANTEADO

El proyecto cuenta con un área amplia de aplicación en la rama ingenieril, por su mero objetivo de reforzar materias del área de la mecánica, pero en áreas como la ingeniería civil, ingeniería mecánica o arquitectura puede llegar a proporcionar más apoyo. Pero de la misma manera, cabe señalar que en materias como estática puede llegar a servir de orientación en gran variedad de institutos de investigación o formación profesional.

De igual forma la implementación del diseño mostrado es para apoyo a la adquisición de competencias y busca cumplir esto, para la realización de simulaciones de proyectos ingenieriles no es recomendado por las mismas características del mismo.

6.5 RECOMENDACIONES

La futura implementación del diseño propuesto, puede mejorar sus propiedades mecánicas al realizar la impresión por un método diferente a la extrusión, así como el cambio en la densidad de la impresión puede variar para bien del comportamiento de los componentes ante cargas, así como analizar más a detalle el diseño de la sujeción propuesta en este proyecto, para garantizar su funcionamiento.

Si bien el desarrollo del presente proyecto terminó en un nivel de maduración TRL4, para futuros trabajos es el realizar un sistema de control capaz de analizar los esfuerzos ante cargas del sistema en tiempo real, de la mano de la intervención de una interfaz que muestre los datos de tensión o compresión a los usuarios del sistema, esto con la finalidad de realizar prácticas y pruebas que servirán para un posterior análisis de las posibles mejoras en la adquisición de competencias de los alumnos.

CAPÍTULO VII

COMPETENCIAS

DESARROLLADAS

- Clasifica e interpreta las normas en dibujo utilizadas para su implementación, y utiliza las herramientas necesarias para la elaboración de dibujos bidimensionales y tridimensionales.
- Permite efectuar la práctica correspondiente y obtener la habilidad necesaria con el conocimiento de estos elementos teóricos, para el manejo del software de dibujo y a su vez, la elaboración e interpretación del mismo.
- Establece y aplica las ecuaciones básicas de la mecánica de sólidos a la comprensión, análisis, diseño y evaluación de problemas de ingeniería mediante el uso del método de los elementos finitos (FEM), aplicando la programación numérica como una herramienta para obtener soluciones a problemas de alta complejidad analítica.
- Conoce el principio del método de elemento finito como herramienta para la solución de problemas de ingeniería.
- Conoce las relaciones esfuerzo-deformación unitaria y deformación unitaria-desplazamiento para desarrollar el método del elemento finito para un problema unidimensional.
- Conoce y analiza armaduras estructurales por medio del elemento finito para proporcionar las deflexiones de los nudos, los efectos de temperatura y el asentamiento de soportes.
- Conoce la formulación del elemento finito para vigas con el fin de aplicar y resolver problemas de marcos bidimensionales.
- Construye e interpreta diagramas de cuerpo libre para el cálculo de reacciones.
- Resuelve situaciones de equilibrio mediante la obtención de fuerzas que están presentes en los apoyos y en otros puntos en un cuerpo rígido modelado en el plano y en tres dimensiones para el cálculo de reacciones.
- Determina fuerzas que actúan sobre los componentes de armaduras, marcos de cargas y máquinas usando los métodos de nodos, secciones y desarme para el dimensionamiento de perfiles y el cálculo de esfuerzos axiales.

- Analiza, calcula e interpreta los esfuerzos y deformaciones en elementos y estructuras mecánicas sujetos a carga estática para realizar la selección de materiales en función de sus propiedades mecánicas y dimensionar las secciones transversales de piezas mecánicas.
- Explica los conceptos relacionados con el estudio del efecto interno de elementos mecánicos o estructurales sometidos a cargas estáticas para determinar reacciones internas, esfuerzos y tipos de esfuerzos, deformaciones y tipos de deformaciones, y propiedades mecánicas de los materiales.
- Analiza y evalúa los esfuerzos y deflexiones en vigas sometidas a cargas sometidas a cargas en el plano de simetría para seleccionar el perfil más adecuado.
- Analiza y evalúa los esfuerzos resultantes en elementos mecánicos sometidos a cargas combinadas, para determinar mediante criterios de falla la resistencia del elemento y su factor de seguridad.
- Calcula e integra elementos mecánicos en el diseño de máquinas, equipos y sistemas mecánicos para desarrollar sistemas mecatrónicos.
- Determina el estado de esfuerzo y utiliza el modo de falla correspondiente al tipo de carga (estática o dinámica) en que se encuentra solicitado un elemento mecánico para predecir el comportamiento de dicho elemento mecánico.
- Conoce las estructuras y comportamiento de los termoplásticos, termo fijos y elastómeros para su selección y uso.
- Aplica los elementos de la investigación documental para elaborar escritos académicos de su entorno profesional.
- Elabora un protocolo de investigación en el que presenta soluciones científico - tecnológicas a problemáticas relacionadas con su campo profesional en diversos contextos.

CAPÍTULO VIII

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Beer, F. P., & Johnston Jr, E. R. (2009). Mecánica Vectorial para Ingenieros: Estática. McGraw Hill.
2. Hibbeler, R. C. (2009). Mecánica de Materiales. Pearson Educación.
3. Norton, R. L. (2012). Diseño de Maquinaria. Mc Graw Hill.
4. Ogata, K. (2010). Ingeniería de Control Moderna. Prentice Hall.
5. Shigley, J. E., & Mischke, C. R. (2001). Diseño en ingeniería mecánica. McGraw-Hill.
6. Edgar Serna M. & Instituto Antioqueño de investigación (Eds.). (2019). Desarrollo e Innovación en Ingeniería (cuarta edición) [Recurso electrónico]. Medellín- Antioquia. <https://www.cervantesvirtual.com/obra/desarrollo-e-innovacion-en-ingenieria-1197402/>
7. Wittenburg, J., & Groenwold, A. A. (2014). Dinámica de sistemas. Pearson.
8. ¿Por qué es importante mantener la curiosidad para aprender? (2021, abril). Colegio areteia. <https://colegioareteia.es/la-curiosidad-motor-de-aprendizaje/#:~:text=La%20curiosidad%20es%20la%20base,una%20serie%20de%20habilidades%20concretas.>
9. Edgar Serna M. & Instituto Antioqueño de investigación (Eds.). (2019). Desarrollo e Innovación en Ingeniería (cuarta edición) [Recurso electrónico]. Medellín- Antioquia. <https://www.cervantesvirtual.com/obra/desarrollo-e-innovacion-en-ingenieria-1197402/>
10. Problemas del sistema educativo en México y sus posibles soluciones. (2006, mayo). Anáhuac MAYAB. <https://merida.anahuac.mx/posgrado/blog/problemas-del-sistema-educativo-en-mexico-y-sus-posibles-soluciones.>
11. GARCÉS ROCHA, C. A., & IZURIETA POLANCO, P. P. (2007, febrero). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO EXPERIMENTAL DIDÁCTICO DE ESTRUCTURAS MODELO TIPO ARMADURA Y PÓRTICO, PARA EL LABORATORIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES DE LA FIME. <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/663/1/T-ESPE-014362.pdf>

12. Johan, B. (2016, noviembre). DISEÑO DE UN MATERIAL DIDÁCTICO PARA LA INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS ESTRUCTURAL MEDIANTE EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS ADAPTADO A LA UNIDAD CURRICULAR DE ESTRUCTURAS AVANZADAS.
<http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/4934/jocayuro.pdf?sequence=3>
13. Jóvenes y tecnología: cómo la usan y qué es lo que buscan a través de ella. (2022, agosto). Post by Santander.
<https://santanderpost.com.ar/articulo/jovenes-y-tecnologia-como-la-usan-y-que-es-lo-que-buscan-a-traves-de-ella/#:~:text=“Los%20jóvenes%2C%20al%20momento%20de,y%20no%20les%20gusta%20hacer”>.
14. Estilos de aprendizaje del alumnado de ingeniería: curso, rendimiento y género. *European Journal of Education and Psychology*, vol. 12, núm. 2, pp. 175-189, 2019. Asociación Universitaria de Educación y Psicología
15. Tipos de perfiles estructurales o vigas. (2018, abril). Ferros la Pobla.
<https://ferroslapobla.com/tipos-perfiles-estructurales-vigas/>
16. UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILINTIC, INTERACCIÓN Y APRENDIZAJE EN LA UNIVERSIDAD, Gerardo Meneses Benítez. ISBN:978-84-691-0359-3/DL: T.2183-2007
17. Sistemas de construcción. (2023, junio). gaserosc.
<https://3gaceros.com/metodo-de-nodos-en-armaduras/>
18. MODELADO 3D. CARACTERÍSTICAS, TIPOS Y MÁS. (2021, mayo). Grupokefren. <https://grupokefren.com/disenio/modelado-3d/>
19. LEYTON, F. (2019). Características y limitantes de la impresión 3D como método de fabricación digital. *Textos De Tecnología*, (00), pp 151-162. Recuperado a partir de <https://revistas.udelar.edu.uy/OJS/index.php/RTdT/article/view/97>
20. ¿Qué son las Armaduras? – Definición y Tipos. (2022, noviembre). Ingegeek.
<https://www.ingegeek.site/2022/11/25/que-son-las-armaduras-en-ingenieria-civil-definicion-y-tipos/>

CAPÍTULO IX

ANEXOS

Anexo 1. Instrumento de recolección de datos dirigido a los alumnos de ingeniería mecatrónica.

1. ¿Qué semestre cursas actualmente?
 - a) Quinto semestre.
 - b) Séptimo Semestre.
 - c) Noveno Semestre.
2. Selecciona tu nivel de desempeño en materias de mecánica (estática, diseño de elementos mecánicos, vibraciones mecánicas, análisis de elemento finito, mecánica de materiales), en base a tus calificaciones
 - a) Excelente (100-95).
 - b) Notable (94-85).
 - c) Bueno (84-75).
 - d) Suficiente (74-70).
 - e) Insuficiente (NA).
3. ¿Qué tipos de temas te han presentado un mayor problema en estas materias?
 - a) Temas teóricos.
 - b) Temas prácticos.
 - c) Ambos.
 - d) Ninguno.
4. ¿Qué recurso o método utilizas actualmente para abordar estas dificultades y mejorar tu aprendizaje en estas materias?
 - a) Investigación de los temas particularmente.

- b) Asesorías extras.
 - c) Videos.
 - d) Ninguno.
5. ¿Qué tipo de experiencias te apoyaron a comprometerte o animarte en el aprendizaje de este tipo de materias?
- a) Cuando se realizan prácticas en taller.
 - b) Cuando los temas son enlazados con actividades extra clase.
 - c) Cuando el profesor enlaza problemas cotidianos con temas de clase.
 - d) Ninguna de las anteriores.
6. ¿Consideras que existe una desconexión entre lo analizado en clase, con lo que se aplica en la vida cotidiana?
- a) Si.
 - b) No.
 - c) No lo sé, los temas eran complejos.
7. ¿A qué tipo de recursos o tecnologías adicionales, has tenido acceso para apoyar tus estudios en mecánica?
- a) Simulación en software.
 - b) Prácticas con equipo adecuado.
 - c) Ambas.
 - d) Ninguna.
8. ¿Qué tipo de apoyo o enfoque crees que sería más útil para ayudarte a generar conocimientos sólidos en las materias de mecánica?
- a) Implementación de equipo didáctico de apoyo.
 - b) El método usado para impartir clases.
 - c) Implementación de métodos de la mano de tecnología.

9. ¿Cómo consideras que fue tu desarrollo en esta materia, con base en lo aprendido?

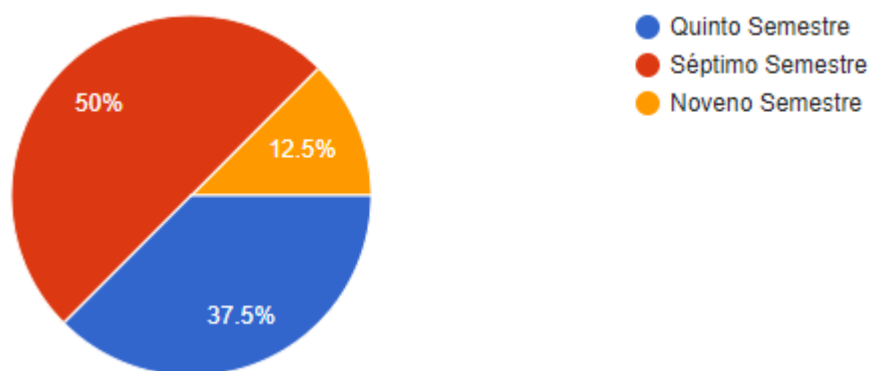
- a) Excelente, comprendí muy bien temas.
- b) Notable, comprendí los temas.
- c) Bueno, comprendí lo básico de los temas.
- d) Suficiente, comprendí lo elemental de los temas.
- e) Insuficiente, no comprendí los temas.

10. Tienes algo que comentar que pueda considerarse para mejorar posteriormente la enseñanza/aprendizaje de estas materias.

Anexo 2. Gráficas sobre los resultados obtenidos en la recolección de información a los estudiantes

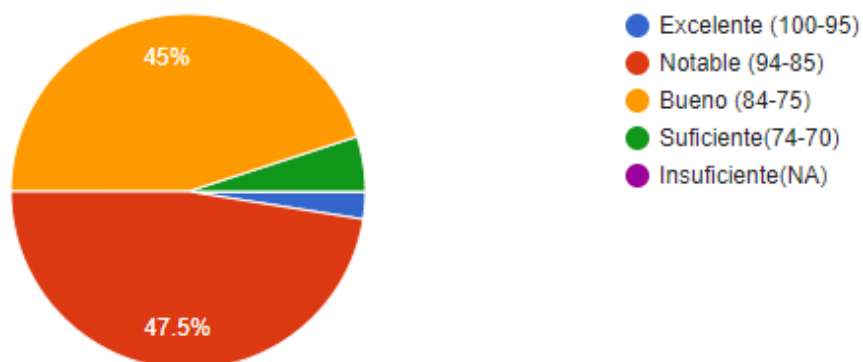
2.1 Gráfico de respuestas de pregunta 1 para estudiantes

1. ¿En qué semestre de la carrera te encuentras?



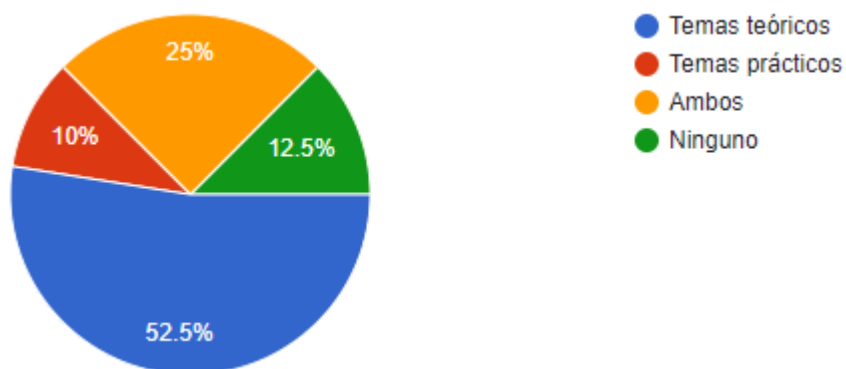
2.2 Gráfico de respuestas de pregunta 2 para estudiantes

2. Selecciona tu nivel de desempeño en materias de mecánica (estática, diseño de elementos mecánicos, vibraciones mecánicas, dinámica, análisis de elemento finito, mecánica de materiales), en base a tus calificaciones.



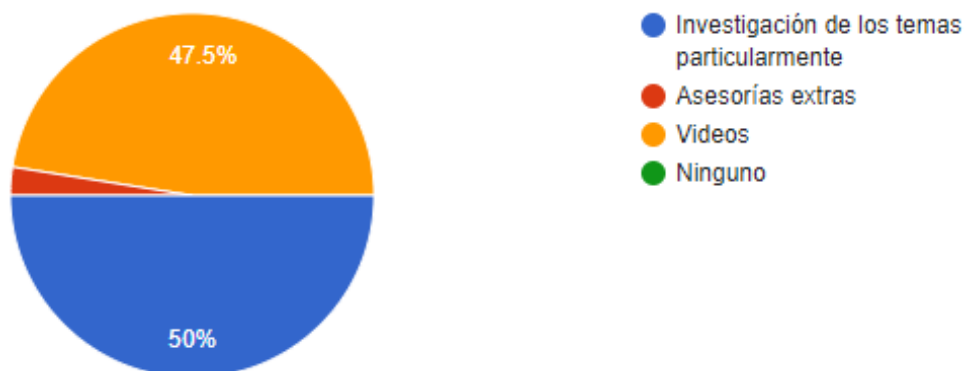
2.3 Gráfico de respuestas de pregunta 3 para estudiantes

3. ¿Qué tipos de temas te han presentado un mayor problema en estas materias?



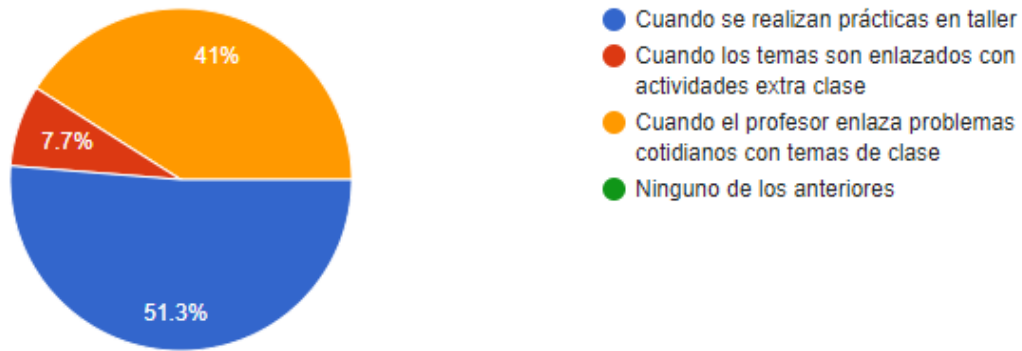
2.4 Gráfico de respuestas de pregunta 4 para estudiantes

4. ¿Qué recurso o método utilizas actualmente para abordar estas dificultades y mejorar tu aprendizaje en estas materias?



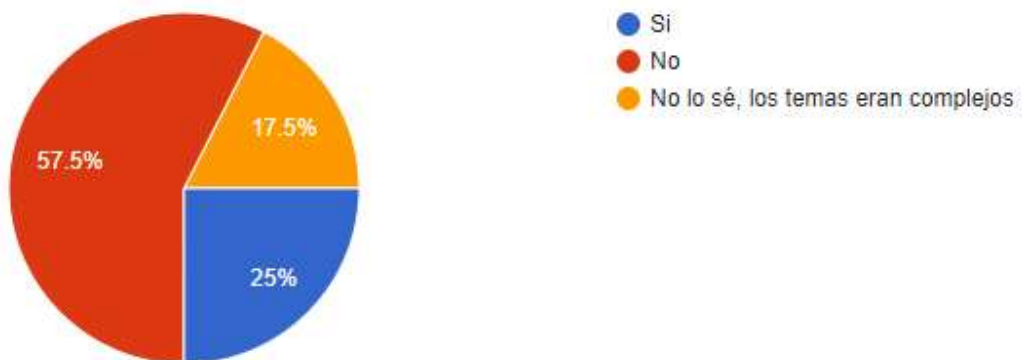
2.5 Gráfico de respuestas de pregunta 5 para estudiantes

5. ¿Qué tipo de experiencias te apoyaron a comprometerte o animarte en el aprendizaje de este tipo de materias?



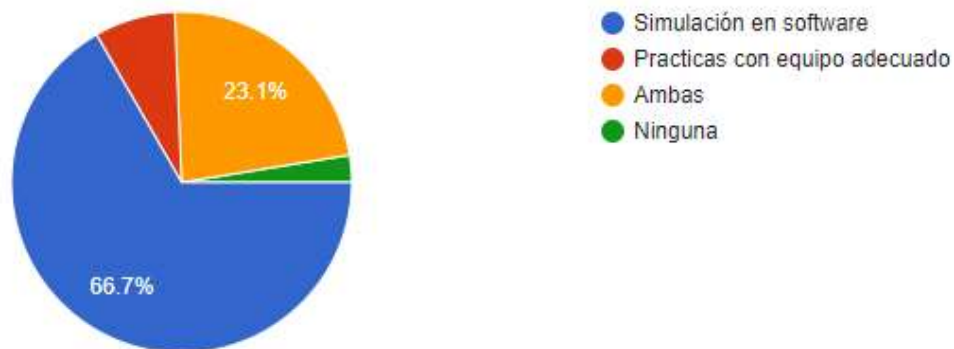
2.6 Gráfico de respuestas de pregunta 6 para estudiantes

6. ¿Consideras que existe una desconexión entre lo analizado en clase, con lo que se aplica en la vida cotidiana?



2.7 Gráfico de respuestas de pregunta 7 para estudiantes

7. ¿A qué tipo de recursos o tecnologías adicionales, has tenido acceso para apoyar tus estudios en mecánica?



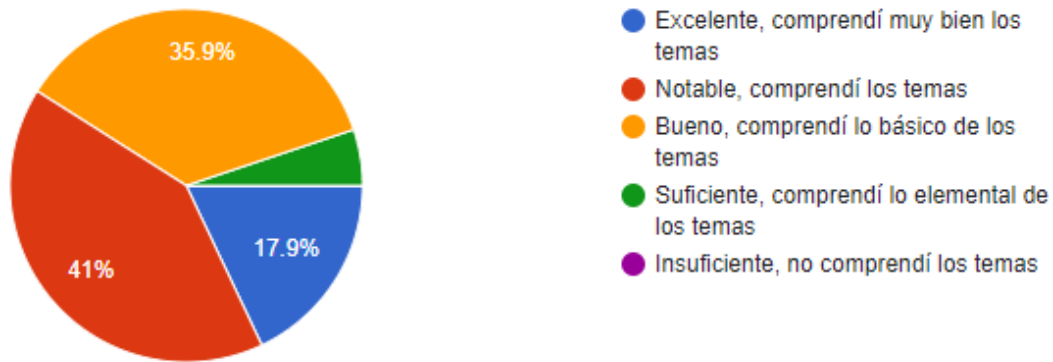
2.8 Gráfico de respuestas de pregunta 8 para estudiantes

8. ¿Qué tipo de apoyo o enfoque crees que sería más útil para ayudarte a generar conocimientos sólidos en las materias de mecánica?



2.9 Gráfico de respuestas de pregunta 9 para estudiantes

9. ¿Cómo consideras que fue tu desarrollo en esta materia, con base en lo aprendido?



2.10 Gráfico de respuestas de pregunta 10 para estudiantes

10. Tienes algo que comentar para mejorar el proceso enseñanza/aprendizaje de estas materias.

Se requiere de mayor material didáctica por ejemplo: herramientas o maquinarias para poder ver las fallas reales!

Todo excelente

Relacionar los problemas con la vida cotidiana

Todo bien.

no jeje

Enfocarlo más en la teoría y la práctica ayudándonos mediante softwares para una comprensión mejor

Más practicas

Hace falta equipo para practicas de este tipo

Anexo 3. Instrumento de recolección de datos dirigido a los docentes de ingeniería mecatrónica.

1. ¿A qué semestre(s) le imparte catedra?
 - a) Primer Semestre
 - b) Tercer semestre
 - c) Quinto Semestre
 - d) Séptimo semestre
2. ¿Cuántos años de experiencia como docente tiene?
 - a) Uno a cinco años
 - b) Cinco a diez años
 - c) Diez o quince años
 - d) Más de veinte años
3. ¿Cómo considera el nivel de aceptación de los alumnos por las clases que usted imparte?
 - a) Excelente, todo el grupo demuestra iniciativa e interés por la clase
 - b) Notable, existe interés del grupo
 - c) Bueno, el grupo cumple con lo necesario para la clase
 - d) Suficiente, solo una porción del grupo muestra interés
 - e) Insuficiente, al grupo le es indiferente la materia
4. ¿Qué aspectos de la enseñanza considera más desafiantes en el proceso aprendizaje-enseñanza?
 - a) La dificultad de los propios temas
 - b) La falta de costumbre a estudiar de los alumnos
 - c) El desinterés de los alumnos
 - d) La falta de equipo adecuado para impartir estas materias

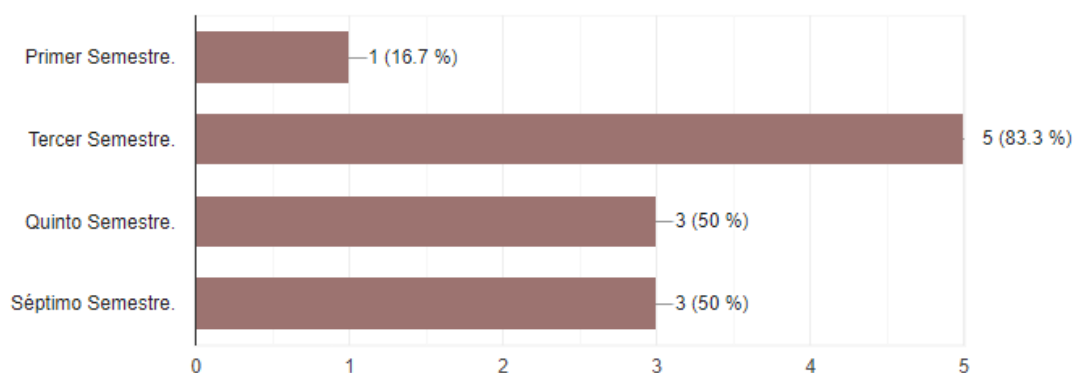
5. ¿Cuáles considera que son los temas, en las materias que imparte, donde los estudiantes presentan mayores dificultades?
- a) Lógicos
 - b) Teóricos
 - c) Analíticos
 - d) Prácticos
6. Desde su perspectiva, ¿Qué dificultades enfrentan los estudiantes de ingeniería?
- a) La dificultad de interpretación de los procedimientos matemáticos
 - b) La falta de asociación de los temas con la aplicación de estos
 - c) Los alumnos prefieren no preguntar, aunque los temas no hayan sido comprendidos
 - d) Los alumnos no tienen las bases para analizar los temas de las materias
7. ¿Qué estrategias utiliza para contrarrestar las brechas de aprendizaje?
- a) Repaso de temas donde el grupo en general presenta problemas
 - b) Realización de prácticas con softwares específico
 - c) Realización de prácticas con equipo especializado
 - d) Análisis de casos con problemas cotidianos
 - e) Realiza evaluación diagnostica en periodos pre establecidos
 - f) Realizar y compartir videos de apoyo
8. ¿Qué estrategias pedagógicas ha utilizado para mejorar la comprensión y el interés de los estudiantes en las materias de mecánica?
- a) Realizo lluvias de ideas en clase
 - b) Solicito investigaciones que refuercen lo visto en clase
 - c) Solicito actividades como mapas conceptuales o infografías

- d) Realizo charlas en donde asocio lo visto en clase con la industria y la vida cotidiana
 - e) Ninguna de las anteriores
9. ¿Ha notado alguna conexión entre la motivación de los estudiantes y su éxito en la adquisición de conocimientos sólidos en las materias de mecánica?
- a) Si, participan en clase y tienen buenas notas
 - b) Si, participan en clase, pero no obtienen buenas notas
 - c) No, suelen participar en clase, pero no tienen buenas notas
10. ¿Cómo considera que es el desempeño de los alumnos en sus clases?
- a) Excelente (100-95)
 - b) Notable (94-85)
 - c) Bueno (84-75)
 - d) Suficiente (74-70)
 - e) Insuficiente (NA)
11. ¿Cuál es su opinión sobre el proceso enseñanza aprendizaje de la ingeniería mecatrónica en el ITST?

Anexo 4. Gráficas sobre los resultados obtenidos en la recolección de información a los docentes

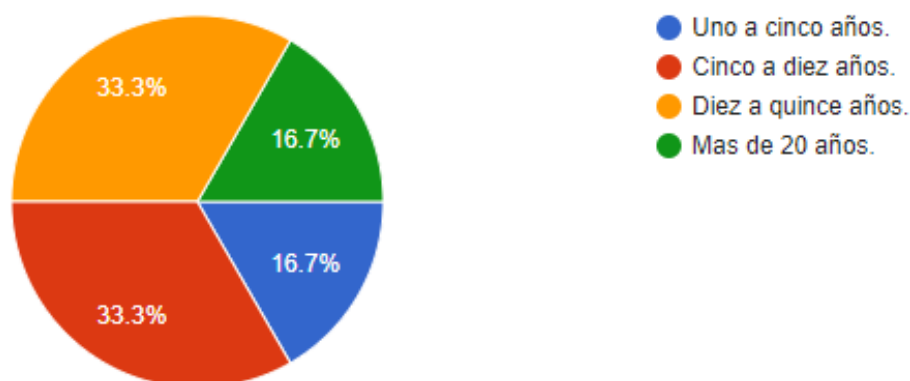
4.1 Gráfico de respuestas de pregunta 1 para docentes.

1. ¿A qué semestre(s) le imparte catedra?



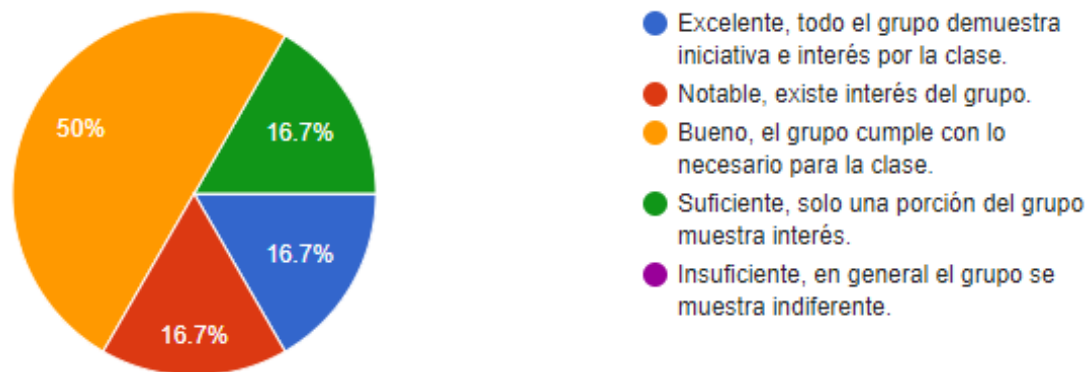
4.2 Gráfico de respuestas de pregunta 2 para docentes

2. ¿Cuántos años de experiencia como docente tiene?



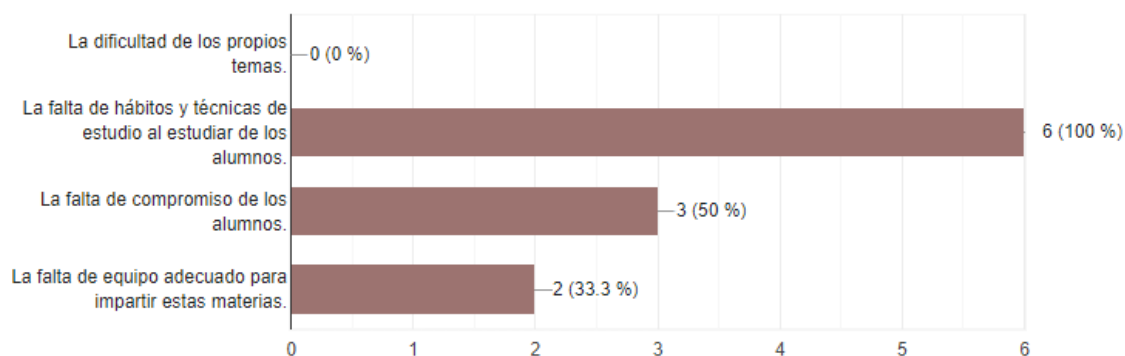
4.3 Gráfico de respuestas de pregunta 3 para docentes

3. ¿Cómo considera el nivel de aceptación de los alumnos por las clases que usted imparte?



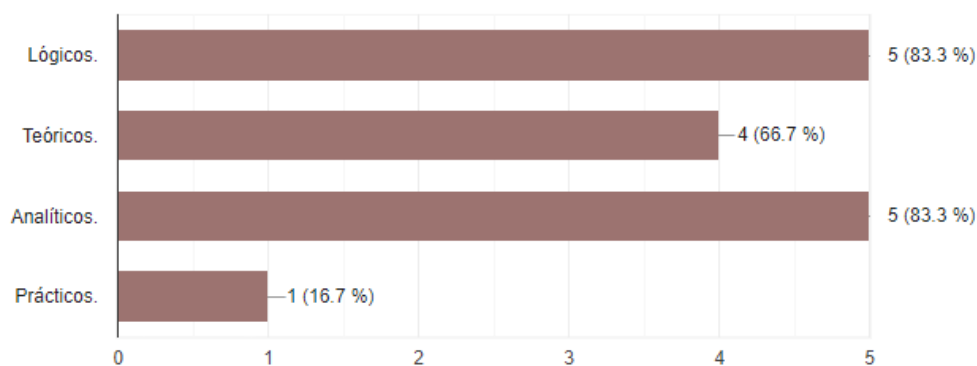
4.4 Gráfico de respuestas de pregunta 4 para docentes

4. ¿Qué aspectos considera más desafiantes en el proceso enseñanza aprendizaje?



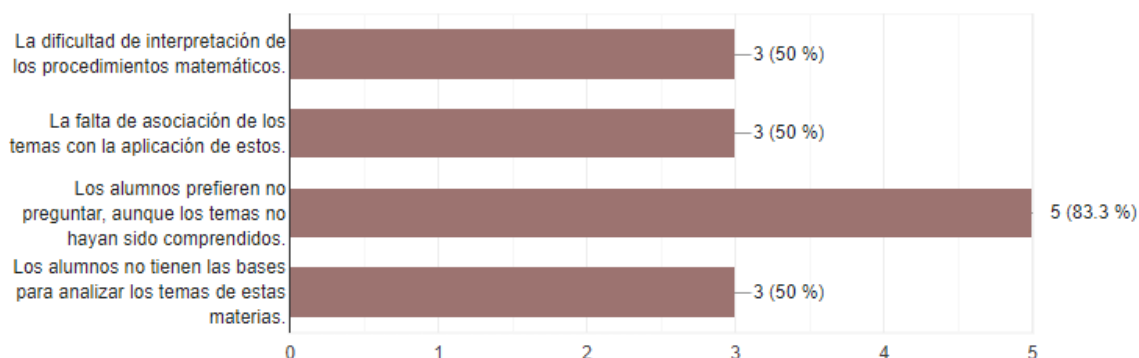
4.5 Gráfico de respuestas de pregunta 5 para docentes

5. ¿Cuáles considera que son los tipos de temas, en las materias que imparte, donde los estudiantes presentan mayores dificultades?



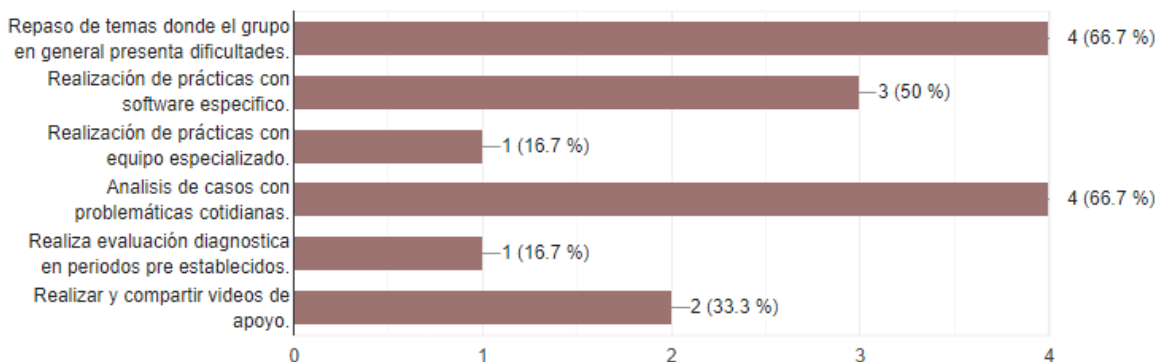
4.6 Gráfico de respuestas de pregunta 6 para docentes

6. Desde su perspectiva, ¿Qué dificultades enfrentan los estudiantes de ingeniería?



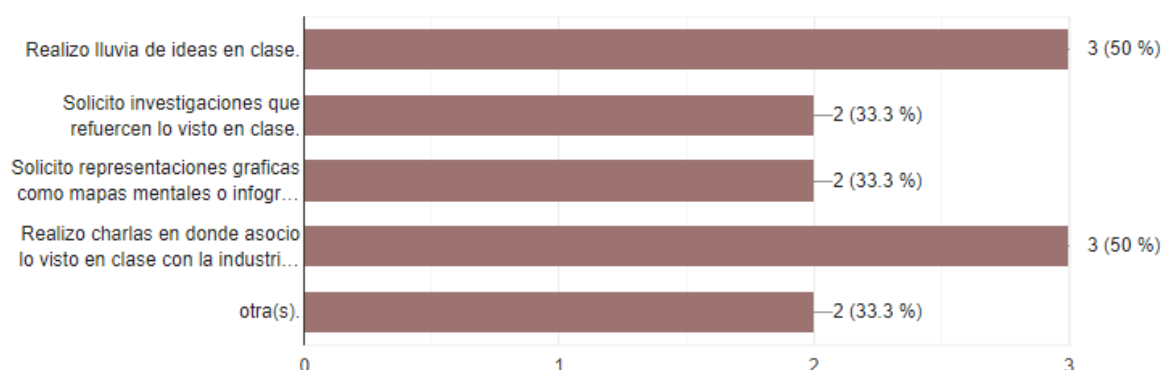
4.7 Gráfico de respuestas de pregunta 7 para docentes

7. ¿Qué estrategias utiliza para contrarrestar las brechas de aprendizaje?



4.8 Gráfico de respuestas de pregunta 8 para docentes

8. ¿Qué estrategias pedagógicas ha utilizado para mejorar la comprensión y el interés de los estudiantes en las materias que imparte?



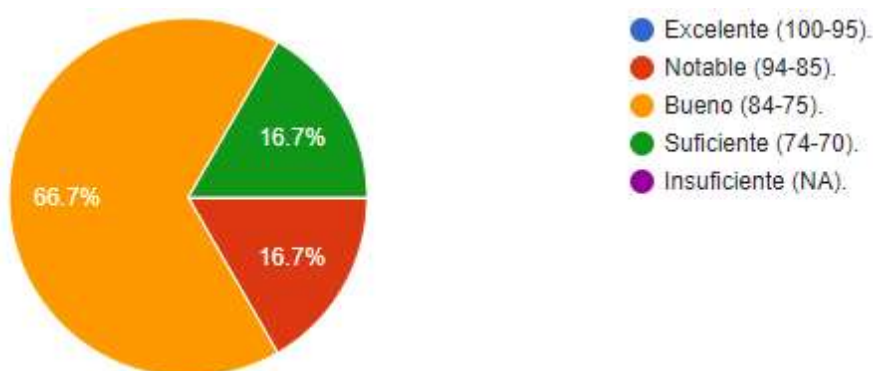
4.9 Gráfico de respuestas de pregunta 9 para docentes

9. ¿Ha notado alguna conexión entre la motivación de los estudiantes y su éxito en la adquisición de competencias en las materias que imparte?



4.10 Gráfico de respuestas de pregunta 10 para docentes

10. ¿Cómo considera el desempeño de sus estudiantes?



4.11 Gráfico de respuestas de pregunta 11 para docentes

11. ¿Cuál es su opinión sobre el proceso enseñanza aprendizaje de la ingeniería mecatrónica en el ITST?

hay varios aspectos que se podrían realizar pero considero que falta apoyo por parte de DA

Se necesitan desarrollar estrategias para fomentar el interés de los alumnos aún si la carrera no fue su primera opción de intereses al estudiar una carrera

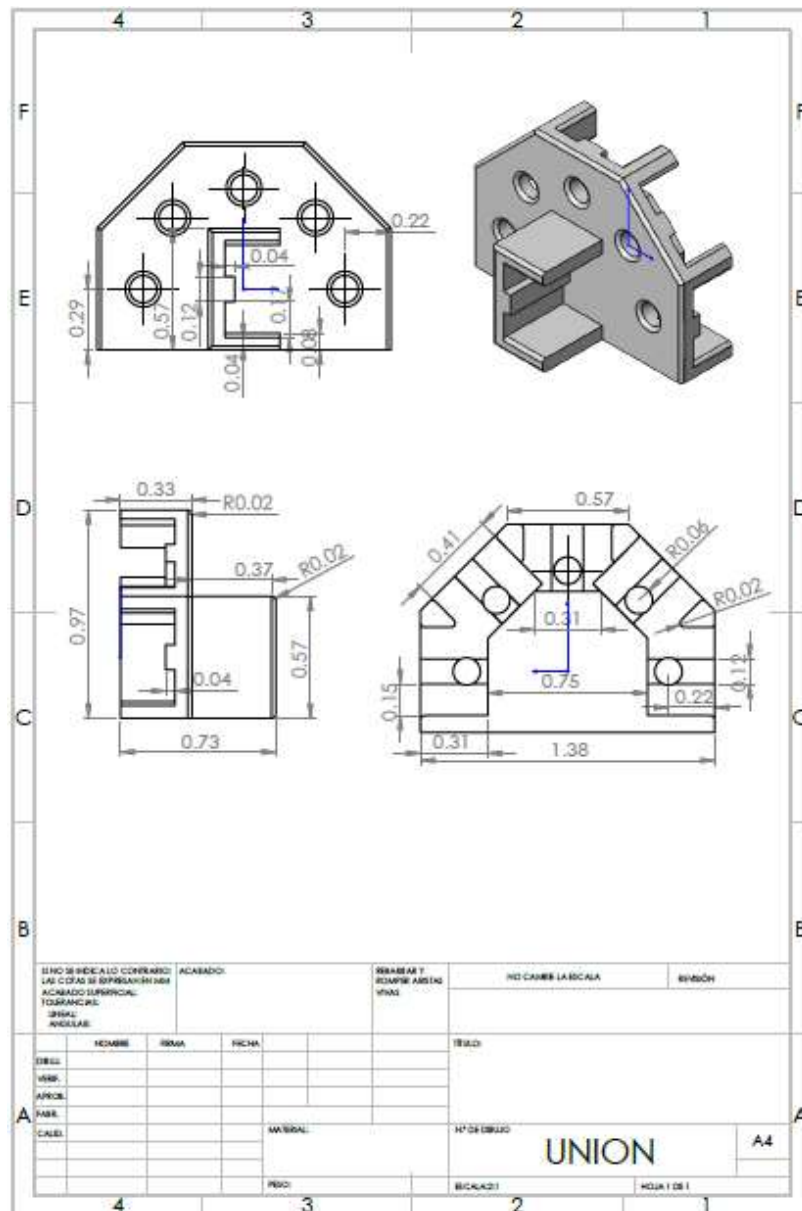
Notable

las estrategias adoptadas son adecuadas

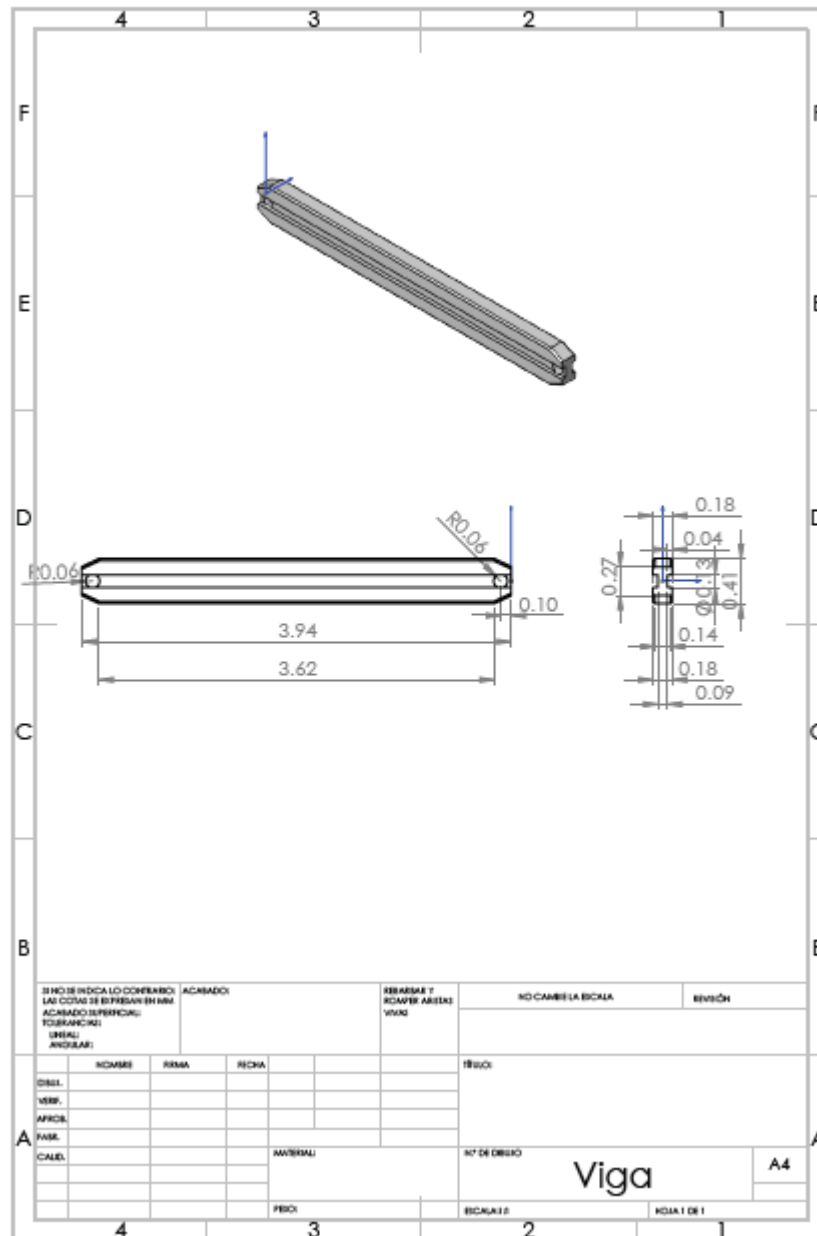
El proceso es adecuado. Sin embargo, existe bajo interés de los alumnos los cuales ponen poca atención y se distraen con facilidad

Se deben reforzar los temas haciendo uso de las TICs propiando actividades prácticas con simuladores y equipos especializados.

Anexo 5. Croquis de la pieza denominada Unión



Anexo 6. Croquis de las vigas del sistema



Anexo 7. Asignación de asesor(a), comisión revisora, entrega de trabajo profesional y dictamen

EDUCACIÓN   Instituto Tecnológico Superior de Tehuacán

Asunto: Asignación de Asesor(a), Comisión Revisora, Entrega de Trabajo Profesional y Dictamen

Tehuacán, Puebla 15/enero/2024

Asesor(a): **LUIS MANUEL GARCIA MARTINEZ**
 Integrante de Comisión Revisora: **LAURA CASIANO MARTINEZ**
 Integrante de Comisión Revisora: **JESUS JOAQUIN SALAS**
 Presentes

Por este medio me permito informar que ha sido asignado como asesor(a) y comisión revisora del trabajo profesional que se convertirá en Tesis de:

Nombre(a): **MARTINEZ GUZMAN FELIX ALBERTO**
 Apellido paterno/maternal/paterno (s):

Número de Control: **337ED4M** Licenciatura o Posgrado: **INGENIERIA MECATRONICA**

Ran: **2023** Correo Electrónico: **L337ED4M@TEHUACAN.TECHNM.MX**

Cuyo tema es: **DISEÑO DE SISTEMA DE APOYO AL PROCESO EDUCATIVO APRENDIZAJE DE LA INGENIERIA MECATRONICA BASADO EN TECNOLOGIAS EMERGENTES**

(36 palabras (máximo))

Se le envía a su correo institucional el trabajo profesional o de grado, por lo cual la comisión revisora tendrá 5 días hábiles para realizar las observaciones al alumno, el(a) interesado(a) tendrá igualmente 5 días para corregir y lo enviará al correo electrónico institucional de la comisión revisora, agradecemos de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de licenciatura o de posgrado de nuestro alumnado o egresado.

Dictamen de Comisión Revisora, Aprobación de Impresión o Grabación y Autorización para subirlo al Repositorio del TecNM

Siendo el día: 15 de febrero de 2024 se reunieron los miembros de la comisión para revisar el trabajo asignado y una vez analizado se decidió liberarlo y aprobarlo para su grabación y programación de examen profesional.

LUIS MANUEL GARCIA MARTINEZ
 Nombre y Firma del Asesor(a)

LAURA CASIANO MARTINEZ
 Nombre y Firma del Integrante de la Comisión Revisora

JESUS JOAQUIN SALAS
 Nombre y Firma del Integrante de la Comisión Revisora

MYRIAM SANCHEZ PEREZ
 Subdirectora Académica

ROR/06/2023
 Folio 45

GOBIERNO DEL ESTADO
S.E.F.
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TEHUACÁN
SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA

F-SAC-18

TEC  **EEF**  **EA**

Proceden L y M en Aire Libre, Tehuacán, Puebla, C.P. 73700 Tels. 01 201 4000 7 4001 / 4002 / 4003
 e-mail: Estadocul@tehuacan.mx / www.tehuacan.tecnm.mx

2024
Felipe Carrillo
PUERTO

Anexo 8. Carta de autorización del(la) autor(a) para la consulta y publicación electrónica de investigación

Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico Superior de Toluca

**CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL(LA) AUTOR(A) PARA LA CONSULTA Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

El que suscribe:

FELIX ALBERTO	MARTINEZ	GUZMAN
----------------------	-----------------	---------------

Con Número de Control: **19TE0484**

Perteneciente al Programa Educativo: **INGENIERÍA MECATRÓNICA**

Por este conducto me permito informar que he dado mi autorización para la consulta y publicación electrónica del trabajo de investigación en los repositorios académicos.

Registrado con el producto: **TESIS**

Cuyo Tema es:

DISEÑO DE SISTEMA DE APOYO AL PROCESO ENSEÑANZA APRENDIZAJE DE LA INGENIERIA MECATRÓNICA, BASADO EN TECNOLOGIAS EMERGENTES

Correspondiente al periodo:
AGOSTO-DICIEMBRE 2023

Y cuyo(a) director(a) de tesis es:
M.L.M LUIS MANUEL GARCIA MARTINEZ

ATENTAMENTE



FELIX ALBERTO MARTINEZ GUZMAN

Nombre y firma

Fecha de emisión: **19/02/2024**
c.p. Subdirección Académica

Anexo 9. Licencia de uso

LICENCIA DE USO OTORGADA POR Félix Alberto Martínez Guzmán, de nacionalidad Mexicana, mayor de edad, con domicilio ubicado en la calle Av. Nautla 360, novena del Carmen, 73820 Teziutlán, Puebla, en mi calidad de titular de los derechos patrimoniales y morales y autor(a) de la tesis denominada "Diseño de sistema de apoyo al proceso enseñanza aprendizaje de la ingeniería mecatrónica basado en tecnologías emergentes" en adelante "LA OBRA" quien para todos los fines del presente documento se denominará "EL(LA) AUTOR(A) Y/O EL(LA) TITULAR", a favor del Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán del Tecnológico Nacional de México, la cual se regirá por las cláusulas siguientes:

PRIMERA –OBJETO: "EL(LA) AUTOR(A) Y/O EL(LA) TITULAR", mediante el presente documento otorga al Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán del Tecnológico Nacional de México, licencia de uso gratuita e indefinida respecto de "LA OBRA", para almacenar, preservar, publicar, reproducir y/o divulgar la misma, con fines académicos, por cualquier modo en forma física y a través del repositorio institucional y del repositorio nacional, éste último consultable en la página: (<https://www.repositorionacionalci.mx/>).

SEGUNDA - TERRITORIO: La presente licencia se otorga, de manera no exclusiva, sin limitación geográfica o territorial alguna, de manera gratuita e indefinida.

TERCERA -ALCANCE: La presente licencia contempla la autorización para formato uso de "LA OBRA" en cualquier formato o soporte material y se extiende a la utilización, de manera enunciativa más no limitativa a los siguientes medios: óptico, magnético, electrónico, virtual (en red), mensaje de datos o similar, conocido o por conocerse.

CUARTA – EXCLUSIVIDAD: La presente licencia de uso aquí establecida no implica exclusividad en favor del Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán; por lo tanto, "EL(LA) AUTOR(A) Y/O EL(LA) TITULAR" conserva los derechos patrimoniales y morales de "LA OBRA", objeto del presente documento.

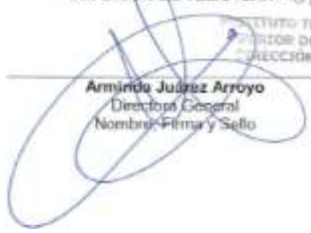
QUINTA – CRÉDITOS: El Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán y/o el Tecnológico Nacional de México reconoce que "EL(LA) AUTOR(A) Y/O EL(LA) TITULAR" es el(la) único(a), primigenio(a) y perpetuo(a) titular de los derechos morales sobre "LA OBRA"; por lo tanto, siempre deberá otorgarle los créditos correspondientes por la autoría de la misma.

SEXTA – AUTORIA: "EL(LA) AUTOR(A) Y/O EL(LA) TITULAR" manifiesta ser el(la) único(a) titular de los derechos de autor que derivan de "LA OBRA" y declara que el material objeto del presente fue realizado por él(ella), sin violentar o usurpar derechos de propiedad intelectual de terceros; por lo tanto, en caso de controversia sobre los mismos, se obliga a ser el(la) único(a) responsable. Dado en la Ciudad de Teziutlán, Puebla, a los diecinueve días del mes febrero de 2024.

"EL(LA) AUTOR(A) Y/O
EL(LA) TITULAR",


Félix Alberto Martínez Guzmán
Nombre y Firma

"EL INSTITUTO TECNOLÓGICO
SUPERIOR DE TEZIUTLÁN"



Arminda Juárez Arroyo
Directora General
Nombre, Firma y Sello