



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

Título:

Diseño y construcción de techo con estructura metálica para el reacondicionamiento de aulas en la carrera de electromecánica

Autores:

Eduardo Luis Escobar Carriel
Carlos Luis Zambrano Calderón

Tutor(a)

Ing. César Sinchiguano Chiriboga, Mg.

Unidad Académica:

Unidad académica de formación técnica y tecnológica, educación virtual y otras modalidades

Carrera:

Tecnología Superior en Electromecánica

El Carmen, febrero del 2026

CERTIFICACION DEL TUTOR

Ing. César Sinchiguano Chiriboga, Mg.; docente de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Unidad académica de formación técnica y tecnológica, educación virtual y otras modalidades, en calidad de Tutor(a).


CERTIFICO:

Que el presente proyecto integrador con el título: “Diseño y construcción de techo con estructura metálica para el reacondicionamiento de aulas en la carrera de electromecánica Las opciones y conceptos vertidos en este documento son fruto de la perseverancia y originalidad de su(s) autor(es):

Eduardo Luis Escobar Carriel Carlos Luis Zambrano Calderón

Siendo de su exclusiva responsabilidad.

El Carmen, febrero del 2026


Ing. César Sinchiguano Chiriboga, Mg.
TUTOR(A)

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quien(es) suscribe(n) la presente:

Eduardo Luis Escobar Carriel Carlos Luis Zambrano Calderón

Estudiante(s) de la Carrera de **Tecnología Superior en Electromecánica**, declaro(amos) bajo juramento que el presente proyecto integrador cuyo título: “Diseño y construcción de techo con estructura metálica para el reacondicionamiento de aulas en la carrera de electromecánica”, previa a la obtención del Título de Tecnología Superior en Electromecánica, es de autoría propia y ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros y consultando las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

El Carmen, febrero del 2026



Eduardo Luis Escobar Carriel , Carlos Luis Zambrano Calderón



APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto Integrador, titulado: “Diseño y construcción de techo con estructura metálica para el reacondicionamiento de aulas en la carrera de electromecánica de su(s) autor(es): Eduardo Luis Escobar Carriel Carlos Luis Zambrano Calderón de la Carrera “Tecnología Superior en Electromecánica”, y como Tutor(a) del Trabajo el/la Ing. César Sinchiguano Chiriboga, Mg.


El Carmen, febrero del 2026



Ing. Richard Hurtado, Mag.
PRECIDENTE TRIBUNAL.



Ing. César Sinchiguano Chiriboga, Mg.
TUTOR(A).



Ing. Clara Pozo, Mag.
PRIMER MIEMBRO TRIBUNAL.



Ing. Patricio Quiroz, Mag.
SEGUNDO MIEMBRO TRIBUNAL.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por la fortaleza, la salud y la claridad necesarias para culminar este trabajo académico. Expresamos nuestro sincero reconocimiento a los docentes de la carrera de Electromecánica por su orientación técnica, acompañamiento constante y aportes formativos, fundamentales para el desarrollo del proyecto y nuestra formación profesional.

De manera especial, agradecemos a nuestras familias por el apoyo incondicional, la comprensión y la motivación permanente a lo largo de este proceso. Asimismo, extendemos nuestro agradecimiento a todas las personas que, de forma directa o indirecta, contribuyeron al cumplimiento de los objetivos y a la culminación de este trabajo conjunto.

Eduardo Luis Escobar Carriel Carlos Luis Zambrano Calderón

DEDICATORIA

Dedicamos el presente trabajo, en primer lugar, a Dios, por otorgarnos fortaleza, sabiduría y constancia para culminar una etapa significativa de nuestra formación académica. Su guía fue esencial para superar cada desafío asumido durante el desarrollo de este proyecto.

A nuestras familias, por el apoyo incondicional, la comprensión y la motivación permanente. De manera especial, a nuestros docentes, cuyo conocimiento y compromiso contribuyeron de forma decisiva a nuestro crecimiento profesional. Asimismo, dedicamos este trabajo a todas las personas que acompañaron y alentaron este proceso hasta la consecución del objetivo propuesto.

Eduardo Luis Escobar Carriel Carlos Luis Zambrano Calderón

RESUMEN

El presente proyecto aborda la problemática relacionada con las deficiencias estructurales del techo existente en las aulas de la carrera de Electromecánica, las cuales afectan la seguridad y funcionalidad del espacio académico. El objetivo general fue diseñar una estructura metálica de techo que permita el reacondicionamiento adecuado del aula, garantizando condiciones óptimas para el proceso de enseñanza aprendizaje. La metodología aplicada fue de tipo descriptiva y técnica, iniciando con la evaluación del estado estructural del techo existente, seguida del diseño técnico mediante planos y cálculos estructurales básicos, y la validación del diseño utilizando herramientas de simulación computarizada. Los resultados obtenidos evidenciaron la viabilidad técnica del diseño propuesto, asegurando estabilidad, resistencia y funcionalidad. Como conclusión, se determinó que la propuesta de diseño de una estructura metálica de techo constituye una solución eficiente, segura y aplicable al contexto académico de la carrera de Electromecánica.

PALABRAS CLAVE

Estructura metálica, diseño estructural, reacondicionamiento de aulas, simulación computarizada, Electromecánica.

ABSTRACT

This project addresses the problem of structural deficiencies in the existing roof of the Electromechanical Engineering classrooms, which affect the safety and functionality of the academic space. The overall objective was to design a metal roof structure that would allow for the proper renovation of the classroom, guaranteeing optimal conditions for the teaching and learning process. The methodology applied was descriptive and technical, beginning with an evaluation of the existing roof's structural condition, followed by the technical design using plans and basic structural calculations, and the validation of the design using computer simulation tools. The results obtained demonstrated the technical feasibility of the proposed design, ensuring stability, strength, and functionality. In conclusion, it was determined that the proposed metal roof structure design constitutes an efficient, safe, and applicable solution for the academic context of the Electromechanical Engineering program.

KEYWORDS

Metal structure, structural design, classroom refurbishment, computerized simulation, Electromechanics.

ÍNDICE

CERTIFICACION DEL TUTOR	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	II
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	III
AGRADECIMIENTO	IV
DEDICATORIA.....	V
RESUMEN	VI
PALABRAS CLAVE	VI
ABSTRACT	VII
KEYWORDS	VII
ÍNDICE.....	VIII
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	IX
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. PROBLEMA	2
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3. OBJETIVOS.....	4
1.3.1. Objetivo general	4
1.3.2. Objetivos específicos.....	4
1.4. METODOLOGÍA	5
1.4.1. Procedimiento	5
1.4.2. Técnicas.....	6
1.4.3. Métodos.....	7
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. DEFINICIONES	9
2.2. ANTECEDENTES.....	11
2.3. TRABAJOS RELACIONADOS.....	13
CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA	15
3.1. DESARROLLO	15
3.1.1. Descripción de la propuesta	17
3.1.2. Etapas	18

3.1.3. Presupuesto.....	19
3.2. RESULTADOS.....	20
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	24
4.1. CONCLUSIONES	24
4.2. RECOMENDACIONES.....	24
BIBLIOGRAFÍA	25
ANEXOS	28

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Estructura metálica de cubierta para el reacondicionamiento de aulas educativas.	16
Ilustración 2. Análisis estructural del sistema bajo carga distribuida.	17
Ilustración 3. Distribución de esfuerzos axiales y de flexión en la estructura metálica.....	21
Ilustración 4. Evaluación del factor de seguridad de la estructura metálica bajo carga.	22
Ilustración 5. Distribución de desplazamientos totales de la estructura metálica bajo carga.	23
Ilustración 6 Simulación 3D de cubierta metálica, “Propuesta de diseño”	28
Ilustración 7. Vista general de la estructura metálica	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Presupuesto General.....	19
--	----

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

El diseño y construcción de techos con estructura metálica constituye una alternativa eficiente y duradera para el reacondicionamiento de infraestructura educativa técnica. Las estructuras metálicas presentan ventajas relevantes, tales como rapidez de montaje, adecuada resistencia mecánica y comportamiento favorable frente a acciones sísmicas, lo que las convierte en una solución viable para espacios académicos (Guerrero, 2024). En el ámbito de la educación técnica, la implementación de este tipo de sistemas contribuye a mejorar las condiciones físicas de las aulas, favoreciendo un entorno seguro y funcional para el desarrollo de las actividades formativas.

Además de sus ventajas estructurales, el empleo de materiales metálicos en cubiertas permite optimizar el comportamiento térmico y acústico de los espacios educativos. Estudios relacionados con la rehabilitación de infraestructura escolar señalan que las soluciones metálicas facilitan una mejor ventilación, reducen los requerimientos de mantenimiento y prolongan la vida útil de las edificaciones, aspectos especialmente relevantes para instituciones educativas con recursos limitados (S.A.S., 2025) Estas características influyen directamente en el confort de los estudiantes y en la eficiencia operativa de las aulas.

En los últimos años, diversas instituciones educativas técnicas han desarrollado proyectos orientados al reacondicionamiento de aulas mediante el uso de estructuras metálicas. En 2023, el Instituto Tecnológico de Cuenca implementó un sistema modular de techos metálicos con el propósito de ampliar su capacidad física sin interrumpir las actividades académicas (MINEDUC, 2024). De manera similar, el Colegio Técnico de Latacunga ejecutó un plan de mejora estructural que incluyó la instalación de techos metálicos con paneles termoacústicos, logrando mejoras en la eficiencia energética y en las condiciones ambientales de los espacios educativos. Estas experiencias evidencian una tendencia creciente hacia el uso de estructuras metálicas en el ámbito educativo técnico.

La importancia del presente estudio radica en la necesidad de fortalecer la infraestructura educativa, garantizando condiciones adecuadas de seguridad, funcionalidad y sostenibilidad. El reacondicionamiento de los techos de las aulas incide directamente en la calidad del proceso educativo, ya que permite desarrollar actividades prácticas en espacios seguros y correctamente acondicionados. Asimismo, la mejora de las cubiertas contribuye a la eficiencia energética de las edificaciones y al cumplimiento de criterios técnicos básicos para el uso académico.

Finalmente, el tema se encuentra directamente relacionado con la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica, debido a que integra conocimientos propios del área, como el diseño estructural, el análisis de materiales, la aplicación de procesos constructivos y la gestión técnica de proyectos. El desarrollo de una propuesta de diseño y construcción de techos con estructura metálica permite aplicar de manera práctica los contenidos adquiridos durante la formación académica, fortaleciendo las competencias técnicas y preparando al estudiante para enfrentar situaciones reales del entorno profesional electromecánico.

1.1. PROBLEMA

Las aulas destinadas a la carrera de Electromecánica requieren infraestructuras adecuadas que garanticen condiciones de seguridad, funcionalidad y confort para el desarrollo de actividades académicas, especialmente aquellas de carácter práctico. En este contexto, el estado y diseño de los techos juega un papel fundamental, ya que una estructura inadecuada puede generar inconvenientes relacionados con filtraciones, deficiente ventilación, acumulación de calor, limitaciones para la instalación de sistemas eléctricos y riesgos estructurales que afectan tanto a estudiantes como a docentes.

La estructura del techo objeto de estudio presenta dimensiones aproximadas de 7 metros de ancho por 8 metros de largo, con una altura de 3 metros en los laterales y 4 metros en la parte central más alta. Está conformada por elementos estructurales metálicos, donde las vigas principales (bajantes) tienen secciones

de 150 × 80 × 2 mm y las correas presentan secciones de 100 × 50 × 2 mm. A pesar de contar con una configuración estructural definida, no se dispone de un análisis técnico que verifique si el diseño responde adecuadamente a las condiciones de carga, funcionalidad y compatibilidad con las instalaciones electromecánicas propias del aula.

La ausencia de un diseño técnico optimizado y validado puede derivar en problemas como sobrecargas no previstas, uso ineficiente de materiales, limitaciones para futuras adecuaciones y posibles riesgos estructurales. Por ello, surge la necesidad de analizar, diseñar y proponer una estructura metálica de techo que se ajuste a las dimensiones existentes del aula, garantice seguridad estructural y contribuya al reacondicionamiento adecuado de los espacios académicos de la carrera de Electromecánica.

1.2. JUSTIFICACIÓN

Desde el punto de vista académico:

El presente proyecto se justifica porque permite aplicar de manera práctica los conocimientos adquiridos durante la formación en la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica. El diseño y análisis de techos con estructura metálica constituye un ejercicio integrador que vincula contenidos relacionados con materiales metálicos, dibujo técnico, interpretación de planos, análisis estructural básico y procesos constructivos. De esta manera, el proyecto fortalece el aprendizaje significativo y contribuye al desarrollo de competencias técnicas necesarias para el desempeño profesional del estudiante.

Desde el ámbito tecnológico:

La propuesta se justifica por el uso de soluciones constructivas eficientes, seguras y adaptables a las necesidades de la infraestructura educativa. La aplicación de estructuras metálicas en techos permite optimizar tiempos de diseño y montaje, mejorar el aprovechamiento de los materiales y garantizar un comportamiento estructural adecuado frente a las cargas previstas. Asimismo, el uso de herramientas de diseño asistido por computadora y simulación estructural

contribuye a la validación técnica de la propuesta, alineándose con los avances tecnológicos propios del campo de la electromecánica.

Finalmente, el proyecto se justifica por su relación directa con la línea de investigación institucional denominada Ingeniería, industria, construcción, urbanismo y arquitectura, ya que aborda el diseño y reacondicionamiento de infraestructura educativa mediante criterios técnicos y constructivos. La propuesta integra aspectos propios de la ingeniería aplicada, la construcción metálica y el acondicionamiento de espacios, aportando soluciones que pueden ser replicables en otros contextos académicos. De esta forma, el trabajo contribuye al fortalecimiento de la investigación aplicada dentro de la institución y al desarrollo de propuestas técnicas orientadas a la mejora del entorno educativo.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Diseñar y analizar una propuesta de techo con estructura metálica para el reacondicionamiento de aulas de la carrera de Electromecánica, que garantice condiciones adecuadas de seguridad estructural, funcionalidad y compatibilidad con las instalaciones electromecánicas del espacio académico.

1.3.2. Objetivos específicos

Evaluar las condiciones estructurales del techo existente, considerando sus dimensiones, elementos metálicos y posibles limitaciones técnicas, con el fin de identificar necesidades de mejora para el reacondicionamiento del aula.

Elaborar el diseño técnico de una estructura metálica de techo, mediante planos y cálculos estructurales básicos, que se ajuste a las condiciones del espacio y cumpla con criterios de resistencia y funcionalidad.

Validar la propuesta de diseño mediante el uso de herramientas de diseño asistido por computadora y simulación estructural, verificando su viabilidad técnica y su aplicación en el contexto de la carrera de Electromecánica.

1.4. METODOLOGÍA

La metodología empleada en el presente proyecto se basa en un enfoque técnico–aplicado, orientado al análisis, diseño y validación de una estructura metálica de techo para el reacondicionamiento de aulas de la carrera de Electromecánica. El procedimiento se desarrolló de manera secuencial, articulando cada etapa con los objetivos específicos planteados, y haciendo uso de herramientas de inspección técnica, diseño asistido por computadora y simulación estructural básica.

1.4.1. Procedimiento

El procedimiento metodológico inició con la evaluación de las condiciones estructurales del techo existente, mediante la recopilación de información técnica relacionada con sus dimensiones, configuración geométrica y elementos metálicos que lo conforman. Esta etapa permitió identificar características relevantes de la estructura y posibles limitaciones técnicas, en correspondencia con el primer objetivo específico.

Posteriormente, se procedió al diseño técnico de la propuesta de estructura metálica, considerando las dimensiones del aula, la disposición de los elementos estructurales y criterios básicos de resistencia y funcionalidad. En esta fase se elaboraron planos estructurales y se realizaron cálculos preliminares de cargas, alineándose con el segundo objetivo específico del proyecto.

Finalmente, la propuesta diseñada fue validada mediante el uso de herramientas de diseño asistido por computadora y simulación estructural, lo que permitió analizar el comportamiento de la estructura ante las cargas consideradas y verificar su viabilidad técnica. Esta etapa permitió comprobar que la solución propuesta cumple con los requerimientos del reacondicionamiento del aula y con las necesidades propias de la carrera de Electromecánica, dando cumplimiento al tercer objetivo específico.

1.4.2. Técnicas

El diseño asistido por computadora es una técnica empleada para generar modelos tridimensionales y planos estructurales de manera precisa antes de su construcción física. El uso de software CAD permite representar la geometría de los elementos de la estructura metálica, realizar ajustes dimensionales y verificar la organización de perfiles (Avilés, 2021), uniones y conexiones en el proyecto. Esta técnica se aplicó durante la fase de diseño para elaborar planos detallados de la estructura del techo y para generar modelos digitales que facilitan la visualización y análisis preliminar de la propuesta. El diseño CAD facilita la identificación de errores conceptuales antes de realizar cálculos estructurales o de fabricación.

La simulación estructural mediante el análisis por elementos finitos (FEA) es una técnica numérica usada para aproximar el comportamiento de estructuras bajo cargas aplicadas, permitiendo evaluar deformaciones, tensiones y distribución de esfuerzos en los diferentes componentes (Yin, 2018). Este método se basa en dividir el modelo en elementos discretos para calcular soluciones aproximadas a sistemas reales. En el proyecto, la técnica de análisis por elementos finitos se empleó para validar el diseño de la estructura metálica, verificando que los perfiles y uniones seleccionados satisfacen criterios básicos de resistencia estructural y compatibilidad con las cargas consideradas (peso propio, carga viva y carga de viento).

La soldadura por arco eléctrico es una técnica de unión metálica que utiliza un arco eléctrico para fundir y fusionar los metales base en las uniones estructurales. Este método es ampliamente utilizado en la construcción de estructuras metálicas debido a su capacidad para generar uniones sólidas y continuas entre perfiles de acero, lo cual es fundamental para garantizar la integridad estructural de sistemas de techos metálicos (Alek, 2025). En el proyecto, esta técnica se consideró como parte de la descripción de los procesos constructivos y de montaje, ya que constituye el método de unión preferido para fijar correas y vigas principales dentro de la estructura.

La inspección visual es una técnica de evaluación empleada para revisar la calidad de uniones, soldaduras y acabados de elementos metálicos sin destructividad. Esta técnica permite detectar defectos superficiales, como grietas, poros o falta de fusión en las juntas soldadas (Taiyong, 2020), y fue utilizada para verificar la calidad y cumplimiento básico de los detalles de unión en la estructura metálica simulada. La inspección visual se realiza de forma sistemática para asegurar que los criterios mínimos de calidad y seguridad se cumplan antes de considerar una solución estructural como técnicamente viable.

1.4.3. Métodos

Método de investigación aplicada. - Este método se fundamenta en la aplicación práctica de conocimientos científicos y técnicos para resolver problemas reales, integrando aspectos conceptuales y operativos propios del campo de la ingeniería y la tecnología (Edgar, 2018). Se empleó debido a que el proyecto de diseño y construcción de techos con estructura metálica está orientado a proponer una solución técnica concreta a una necesidad identificada en la infraestructura educativa, en lugar de generar conocimientos teóricos abstractos. Este método fue aplicado de forma transversal en todas las etapas del proyecto: desde la evaluación inicial de las condiciones estructurales hasta la validación técnica del diseño.

Método analítico. - El método analítico se basa en descomponer un sistema complejo en partes más simples para facilitar su estudio y comprensión. Este enfoque fue utilizado para examinar las características de la estructura existente y de la propuesta de diseño (Ramírez Carlos, 2017), permitiendo identificar sus elementos principales, sus relaciones y su comportamiento ante diferentes cargas. Se aplicó en la etapa de diagnóstico estructural y en los cálculos preliminares de cargas, apoyando el análisis técnico requerido para cumplir con los objetivos específicos de evaluación y diseño.

Método de verificación técnica. - Este método consiste en contrastar los resultados obtenidos con criterios técnicos establecidos, normas y especificaciones de diseño para determinar si una propuesta cumple con los

requisitos de calidad y desempeño esperados. La verificación técnica se utiliza en trabajos de ingeniería y tecnología para asegurar que los diseños y procedimientos respeten parámetros de seguridad y funcionalidad (ALCB, 2010). En este proyecto, se aplicó en la fase final de análisis estructural y revisión de planos, asegurando que el diseño propuesto de la estructura metálica del techo cumpliera con criterios básicos de resistencia y compatibilidad con las dimensiones del aula y las cargas consideradas.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. DEFINICIONES

Fundamentos y Características de las Estructuras Metálicas

Las estructuras metálicas constituyen un conjunto de elementos fabricados principalmente con materiales metálicos, como acero estructural, que se ensamblan para formar un sistema resistente capaz de soportar y transmitir cargas externas hacia sus apoyos de forma segura y eficiente (Alvinox., 2024). Según definiciones técnicas consultadas, una estructura metálica está compuesta por perfiles, vigas, columnas y otros elementos que trabajan en conjunto para estabilizar el sistema estructural, transfiriendo cargas verticales y laterales sin comprometer su integridad mecánica durante su vida útil operativa.

La selección del acero como material principal en una estructura metálica se basa en sus propiedades mecánicas superiores, tales como alta resistencia a la tracción y compresión, ductilidad, tenacidad y unificabilidad con técnicas de unión como la soldadura o pernos, lo que favorece la fabricación y montaje de sistemas resistentes y duraderos (Benítez, 2016). Además, el acero estructural puede ser prefabricado con tolerancias precisas en talleres especializados, lo que garantiza un proceso de construcción más rápido y controlado que otros métodos tradicionales de edificación.

Desde el punto de vista funcional, las estructuras metálicas ofrecen ventajas técnicas como la adaptabilidad a diversas configuraciones arquitectónicas, la posibilidad de cubrir grandes luces con menor peso propio y una significativa capacidad para absorber y disipar esfuerzos dinámicos, especialmente en zonas sísmicas o con cargas extremas (Steelstructureworld, 2025). Estas características hacen que este tipo de estructuras se utilice no solo en edificios industriales, sino también en naves, puentes, plataformas y cubiertas arquitectónicas como la que se propone en este proyecto.

Diseño Estructural y Consideraciones Normativas

El proceso técnico de diseño de estructuras metálicas también incorpora consideraciones normativas y de seguridad, incluyendo criterios de resistencia

de materiales, análisis de cargas y verificaciones mediante software especializado de modelación estructural (Baquedano, 2016), lo cual permite garantizar que las estructuras diseñadas satisfagan los requisitos de desempeño previstos y las condiciones ambientales de su entorno.

Sistemas de Techos con Estructura Metálica

Los techos con estructura metálica son sistemas de cubierta diseñados y contruidos utilizando perfiles metálicos como elementos portantes principales. En este tipo de techos, los perfiles de acero, vigas y correas conforman el esqueleto estructural que soporta el techo y transfiere las cargas (peso propio, cargas vivas, viento y, en algunos casos, nieve) hacia los elementos de soporte verticales, como columnas o muros portantes (Shubham, 2025). Los sistemas de techos metálicos son ampliamente utilizados en edificaciones industriales, comerciales y educativas debido a su peso ligero, rapidez de montaje y versatilidad en diseño.

La elección de una estructura metálica para techos responde a requisitos funcionales y técnicos como la capacidad de cubrir grandes áreas sin la necesidad de apoyos intermedios, la resistencia frente a cargas y esfuerzos, y la integración con otros sistemas constructivos, tales como acabados, aislamiento térmico y redes eléctricas o mecánicas (Komurov, 2023). Estos techos permiten reducir el peso total de la cubierta, lo que reduce las exigencias de las cimentaciones y facilita el uso de componentes prefabricados que agilizan la ejecución de la obra.

La elección de una estructura metálica para techos responde a requisitos funcionales y técnicos como la capacidad de cubrir grandes áreas sin la necesidad de apoyos intermedios, la resistencia frente a cargas y esfuerzos, y la integración con otros sistemas constructivos, tales como acabados, aislamiento térmico y redes eléctricas o mecánicas. Estos techos permiten reducir el peso total de la cubierta, lo que reduce las exigencias de las cimentaciones y facilita el uso de componentes prefabricados que agilizan la ejecución de la obra.

Elementos Constructivos, Desempeño y Durabilidad

Desde una perspectiva constructiva, los techos con estructura metálica combinan elementos primarios como cerchas, vigas y correas secundarias, que sirven de soporte para las láminas metálicas o paneles que constituyen la cobertura superior (Steel, 2023). Estos elementos se ensamblan por medio de soldadura o uniones mecánicas, y pueden incorporar sistemas de aislamiento térmico y acústico que mejoran la eficiencia energética y el confort interior de los espacios bajo techo.

Técnicamente, los techos metálicos también se diseñan considerando la durabilidad y comportamiento frente a agentes externos, como la corrosión, la acción del viento y cambios térmicos (Elsevier, 2025). El empleo de recubrimientos protectores y la selección adecuada de espesores y perfiles metálicos son aspectos esenciales para asegurar la vida útil del sistema y su mantenimiento mínimo a largo plazo.

2.2. ANTECEDENTES

Institución donde se ejecutó el proyecto.

La Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí (ULEAM) es una institución pública de educación superior creada el 13 de noviembre de 1985 mediante Ley N.º 10, y se caracteriza por ofrecer una variedad de programas académicos destinados a contribuir al desarrollo social, económico y técnico del país (Álvarez, 2025). La ULEAM ha establecido extensiones en diversas zonas de la provincia de Manabí, entre ellas la Extensión El Carmen, con el objetivo de acercar la educación superior a esa comunidad y atender la demanda local de formación profesional especializada.

La Extensión El Carmen de la ULEAM acoge la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica, cuyo perfil formativo está orientado a capacitar a los estudiantes en el diseño, mantenimiento y operación de sistemas electromecánicos, integrando conocimientos de mecánica, electricidad, electrónica y automatización, con énfasis en la aplicación práctica de tecnologías

y herramientas de ingeniería (Cueva, 2025). Esta estructura académica permite que los estudiantes desarrollen proyectos de aplicación real, vinculando la teoría con la práctica mediante el uso de software especializado y talleres técnicos.

A pesar de contar con espacios de taller y equipos básicos, la Extensión El Carmen presenta limitaciones en la infraestructura física que afectan algunas prácticas avanzadas, especialmente aquellas relacionadas con la simulación y análisis de estructuras metálicas (Rivas, 2024). Esto ha motivado la ejecución de proyectos integradores que complementan la formación académica, lo que justifica la necesidad de realizar estudios aplicados como el presente, orientados al mejoramiento de espacios y al fortalecimiento de competencias técnicas de los estudiantes.

Antecedentes de lo realizado antes del proyecto.

Antes de la ejecución del presente proyecto, los trabajos desarrollados en la carrera de Electromecánica en la ULEAM Extensión El Carmen se han enfocado principalmente en la creación de módulos didácticos, sistemas de soporte al aprendizaje práctico y propuestas tecnológicas aplicadas a la formación profesional. Por ejemplo (Vera, 2025), se ha realizado el diseño y análisis de un sistema de ventilación para talleres industriales con el objetivo de mejorar las condiciones de trabajo en ambientes de soldadura, lo que demuestra el enfoque aplicado de los proyectos integradores en esta carrera.

Otro antecedente relevante es la construcción de módulos didácticos de monitoreo de motores AC, implementados para reforzar las competencias prácticas de los estudiantes en sistemas eléctricos rotativos (Zambrano, 2025). Estas experiencias han servido para consolidar el uso de metodologías de diseño y construcción dentro del currículo, pero aún no se había abordado de forma específica el diseño y análisis de elementos estructurales metálicos aplicados directamente al reacondicionamiento de aulas.

Adicionalmente, trabajos como el desarrollo de sistemas fotovoltaicos didácticos han potenciado competencias en electromecánica al enfrentar a los estudiantes

con desafíos reales de autonomía energética y diseño de componentes prácticos integrados. Sin embargo (Ezpinoza, 2024), hasta antes de este proyecto, no se había documentado una propuesta técnica enfocada en el diseño y construcción de techos con estructura metálica como respuesta directa a las necesidades estructurales de los espacios académicos.

2.3. TRABAJOS RELACIONADOS

En otros continentes, se ha realizado investigación técnica enfocada en el comportamiento estructural de techos metálicos en condiciones reales de resistencia al viento, se compararon y analizaron la capacidad de carga eólica y las propiedades mecánicas de las juntas clave de ambos sistemas. Un estudio destacado en la Revista Ingeniería MDPI-AG (Cheng Laixiu, 2023), evaluó la presión del viento en edificaciones de baja altura con cubiertas metálicas a escala completa en Changsha - China, analizando estructuras completas bajo condiciones ambientales reales para determinar su respuesta estructural ante ráfagas de viento y cargas laterales; este tipo de investigación proporciona datos valiosos que permiten comprender cómo las estructuras metálicas reaccionan a esfuerzos reales, siendo referencias importantes para el diseño seguro de cubiertas metálicas en contextos educativos e industriales fuera del continente americano.

En el continente americano, específicamente en el Perú, existe evidencia académica de proyectos similares al tema de esta tesis. Por ejemplo, una investigación reciente se centró en el diseño estructural de techos metálicos utilizando perfiles y métodos de análisis estructural, con especial énfasis en la metodología de diseño por resistencia última, análisis y dimensionamiento de sus componentes, así como el cálculo de fuerzas internas de los elementos portantes (Shoel, 2016). Este trabajo aborda tanto la conceptualización del sistema de techos como los criterios técnicos necesarios para su ejecución, constituyendo un antecedente regional cerca del contexto latinoamericano del presente proyecto de diseño y construcción de techos metálicos.

En el contexto ecuatoriano, se han desarrollado trabajos de diseño estructural de cubiertas metálicas aplicados a escenarios educativos similares al objeto de estudio. Por ejemplo, en la Universidad Técnica de Ambato se elaboró un proyecto técnico de cálculo y diseño de la cubierta con estructura metálica para las canchas de uso múltiple de la Unidad Educativa Bolívar, con análisis de cargas y dimensionamiento de elementos de acero para satisfacer las necesidades funcionales de la instalación (Arias, 2023). Esta experiencia académica representa un antecedente local significativo dentro de la investigación en Ecuador relacionada con cubiertas metálicas en infraestructura educativa.

A nivel provincial en Manabí, y específicamente en cantones distintos al de El Carmen, no se evidencia un proyecto documentado de diseño y construcción de techos con estructura metálica orientado al reacondicionamiento educativo en repositorios públicos al momento de la revisión de la literatura. Aunque existen antecedentes técnicos en otras partes del país, como la propuesta de una cubierta metálica para canchas en Ambato, no se ha identificado un trabajo similar ejecutado en cantones de la provincia de Manabí. Esto indica una oportunidad para que el presente proyecto sea pionero en esta región, especialmente en el ámbito de la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión El Carmen.

CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA

El diseño estructural del techo metálico se basa en un sistema de vigas principales y secundarias, dispuestas de forma uniforme para asegurar estabilidad y rigidez. Las vigas principales se encargan de transmitir las cargas hacia los apoyos verticales, mientras que las vigas secundarias sirven como soporte directo para la cubierta.

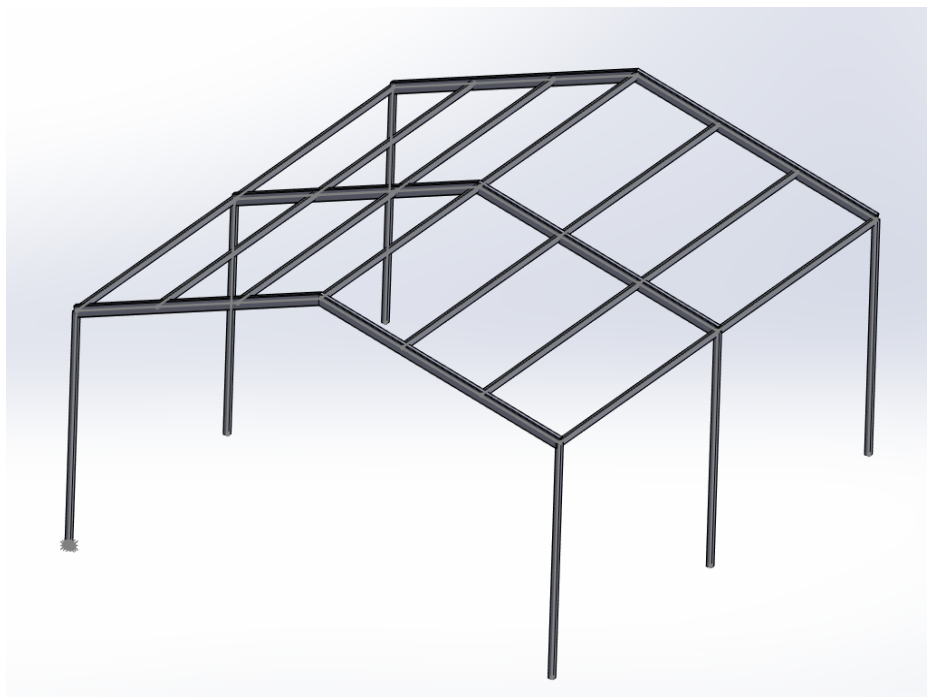
La pendiente del techo ha sido considerada para facilitar la evacuación de aguas lluvias y evitar acumulaciones que puedan afectar la vida útil de la estructura. Asimismo, se han previsto uniones soldadas y atornilladas que garantizan un ensamblaje seguro y eficiente.

3.1. DESARROLLO

La estructura propuesta corresponde a un techo metálico diseñado para cubrir un área de 7 metros de ancho por 8 metros de largo, dimensiones que se ajustan a las necesidades espaciales de las aulas de la carrera de electromecánica.

El sistema estructural está conformado por perfiles metálicos de acero, seleccionados por su alta resistencia mecánica, facilidad de montaje y bajo mantenimiento. El diseño contempla una adecuada distribución de cargas, permitiendo soportar el peso propio de la cubierta, cargas ambientales y esfuerzos producidos por el uso continuo del espacio.

Ilustración 1. *Estructura metálica de cubierta para el reacondicionamiento de aulas educativas.*



El proceso de diseño del techo metálico se desarrollará en las siguientes etapas:

Replanteo y medición: Se realiza la verificación de las dimensiones del área a cubrir, asegurando el correcto alineamiento y nivelación, con fines de planificación y elaboración del diseño técnico.

Diseño de la estructura: Definición de perfiles metálicos, dimensiones y disposición estructural, de acuerdo con los criterios técnicos y normativas vigentes.

Planificación del montaje: Descripción teórica del procedimiento de instalación de columnas, vigas principales y secundarias, garantizando una correcta fijación y alineación en el diseño propuesto.

Acabados y protección: Especificación de tratamientos de protección anticorrosiva para prolongar la vida útil de la estructura metálica propuesta.

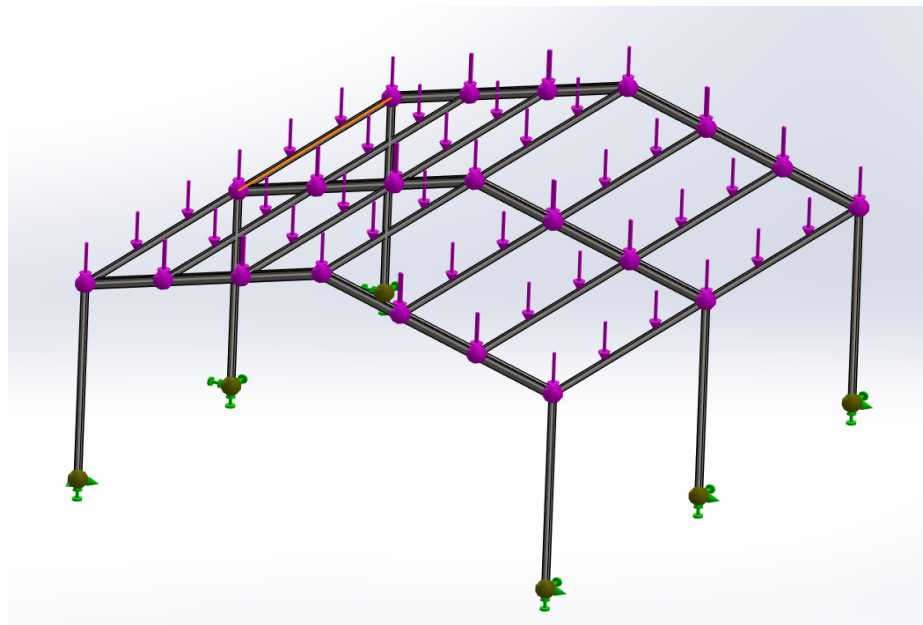
Diseño de la cubierta: Selección y disposición de las láminas metálicas sobre la estructura, considerando criterios de sellado, protección y funcionalidad.

Para la construcción del techo con estructura metálica se emplearán los siguientes materiales:

- Perfiles metálicos de acero (vigas, correas y columnas).
- Láminas metálicas para la cubierta del techo.
- Pernos, tuercas y elementos de fijación.
- Electrodo para soldadura.
- Pintura anticorrosiva y esmalte protector.

Estos materiales han sido seleccionados considerando criterios de resistencia, durabilidad, disponibilidad en el mercado local y costos accesibles, con el propósito de sustentar técnicamente la propuesta de diseño.

Ilustración 2. Análisis estructural del sistema bajo carga distribuida.



3.1.1. Descripción de la propuesta

La propuesta inicia con la evaluación detallada del techo existente del aula, considerando sus dimensiones reales de 7 metros de ancho por 8 metros de largo, así como el estado de los elementos metálicos actuales. Este análisis permite identificar deficiencias estructurales, posibles deterioros y limitaciones técnicas que afectan la seguridad y funcionalidad del espacio. A partir de esta evaluación, se determinan las necesidades de mejora necesarias para el reacondicionamiento del aula, sirviendo como base técnica para el diseño de una nueva estructura metálica adecuada.

Con base en la evaluación previa, la propuesta contempla la elaboración del diseño técnico de una estructura metálica de techo acorde a las condiciones del espacio. Este diseño incluye planos estructurales y cálculos básicos que garantizan la correcta distribución de cargas y la resistencia del sistema. La selección de perfiles metálicos, la disposición de vigas y la pendiente del techo responden a criterios de funcionalidad, seguridad y durabilidad, asegurando que la estructura cumpla con los requerimientos técnicos del aula de Electromecánica.

La validación de la propuesta se realiza mediante el uso de herramientas de diseño asistido por computadora y simulación estructural, las cuales permiten verificar el comportamiento de la estructura metálica ante diferentes condiciones de carga. Estas herramientas facilitan la comprobación de la viabilidad técnica del diseño, asegurando que cumpla con los criterios de resistencia y estabilidad. De esta manera, la propuesta se adapta al contexto académico y práctico de la carrera de Electromecánica, fortaleciendo su aplicabilidad y confiabilidad.

3.1.2. Etapas

Etapa 1:

Para el cumplimiento de este objetivo, se desarrollaron actividades orientadas al análisis técnico del estado actual del techo del aula. En primer lugar, se realizó una inspección visual de la estructura existente, identificando el tipo de materiales empleados, los elementos metálicos presentes y su estado general de conservación. Posteriormente, se efectuó el levantamiento de información dimensional del área cubierta, considerando sus características geométricas y espaciales. Finalmente, se analizaron posibles limitaciones técnicas, tales como presencia de corrosión, deformaciones o insuficiencia estructural, con el fin de identificar las necesidades de mejora para el reacondicionamiento del aula.

Etapa 2:

En esta etapa se elaboró el diseño técnico de la propuesta de techo con estructura metálica, considerando la información obtenida en la evaluación previa del espacio. Se desarrollaron los planos técnicos correspondientes, definiendo la disposición de vigas, correas y elementos de apoyo, de acuerdo

con criterios estructurales y funcionales. Asimismo, se realizaron cálculos estructurales básicos que permitieron verificar la resistencia y estabilidad del diseño propuesto, asegurando su compatibilidad con las condiciones del aula y las necesidades de la carrera de Electromecánica, sin contemplar su ejecución física.

Etapa 3:

En esta etapa se validó la propuesta de diseño del techo con estructura metálica mediante el uso de herramientas de diseño asistido por computadora y simulación estructural. Estas herramientas permitieron analizar el comportamiento teórico de la estructura ante cargas básicas, verificar su estabilidad y evaluar su viabilidad técnica. Los resultados obtenidos confirmaron que el diseño propuesto cumple con los criterios de seguridad estructural y funcionalidad requeridos para su aplicación en el contexto académico de la carrera de Electromecánica.

3.1.3. Presupuesto

El presente proyecto se desarrolló exclusivamente a nivel de diseño y análisis estructural, sin contemplar la ejecución física del techo metálico.

Tabla 1. *Presupuesto General*

Ítem	Descripción	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Subtotal (USD)
Computador portátil (usado)	Equipo para modelado CAD y simulación	1	\$360,00	\$360,00
Software CAD educativo	Licencia académica	1	\$0,00	\$0,00
Software de simulación estructural	Versión educativa	1	\$0,00	\$0,00
Internet	Servicio de conectividad (3 meses)	3	\$30,00	\$90,00

Energía eléctrica	Consumo estimado (3 meses)	-	\$25,00	\$25,00
Diseño estructural	Desarrollo técnico académico	-	\$0,00	\$0,00
Simulación y validación	Análisis estructural computacional	-	\$0,00	\$0,00
Total General del Proyecto				\$475,00

Por tanto, el presupuesto se limita a los recursos tecnológicos y operativos utilizados durante el proceso académico, de esta manera, el presupuesto se limitó exclusivamente a los recursos operativos necesarios para el desarrollo del proyecto, alcanzando un total referencial de 475.00 usd.

El presupuesto general cubrió los tres objetivos de manera integral y está orientado a servir como base, puesto que el trabajo se fundamentó únicamente en la utilización de software de análisis y en las competencias técnicas adquiridas durante la formación académica, sin demandar inversión económica complementaria adicional.

3.2. RESULTADOS

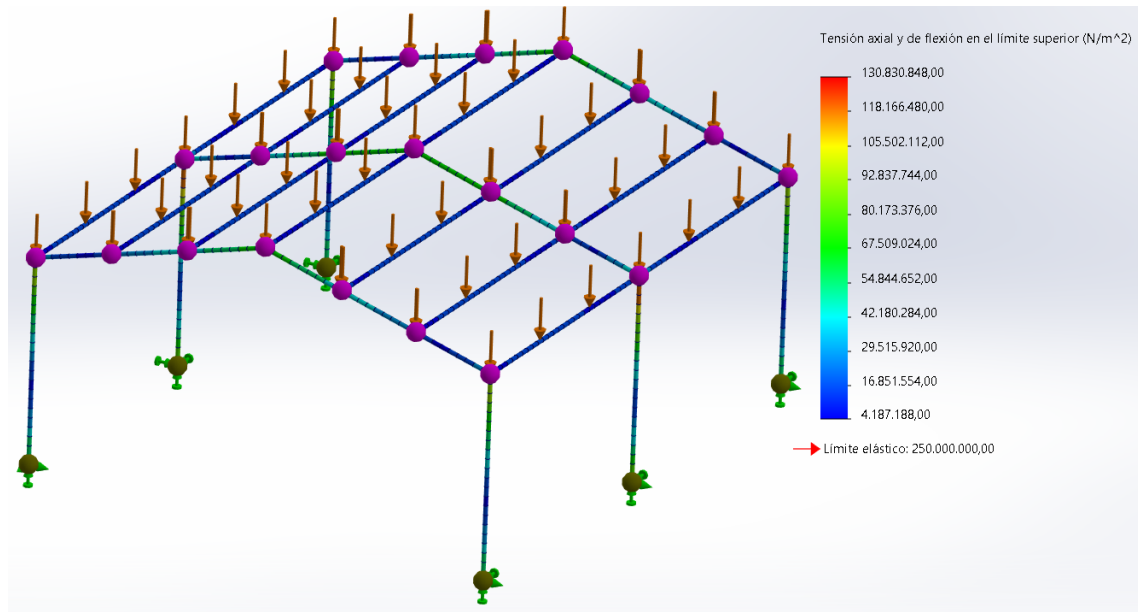
Objetivo 1: Logros obtenidos.

El análisis inicial del techo existente permitió identificar sus características geométricas, el tipo de elementos metálicos presentes y su disposición estructural. Se evidenciaron luces considerables entre apoyos y perfiles con secciones reducidas, lo que refleja limitaciones en la capacidad resistente del sistema frente a cargas gravitacionales y de servicio.

Mediante la evaluación de tensiones y esfuerzos internos en los elementos estructurales, se determinó que ciertas zonas del techo presentan concentraciones elevadas de solicitaciones. Estas condiciones justifican la necesidad de reforzar o rediseñar la estructura con el fin de garantizar un comportamiento seguro y acorde al uso académico del aula.

Como resultado de esta evaluación, se establecieron criterios técnicos de mejora estructural, orientados a optimizar la distribución de cargas, reducir riesgos de deformaciones excesivas y mejorar el desempeño global del sistema.

Ilustración 3. *Distribución de esfuerzos axiales y de flexión en la estructura metálica.*



Objetivo 2: Logros obtenidos.

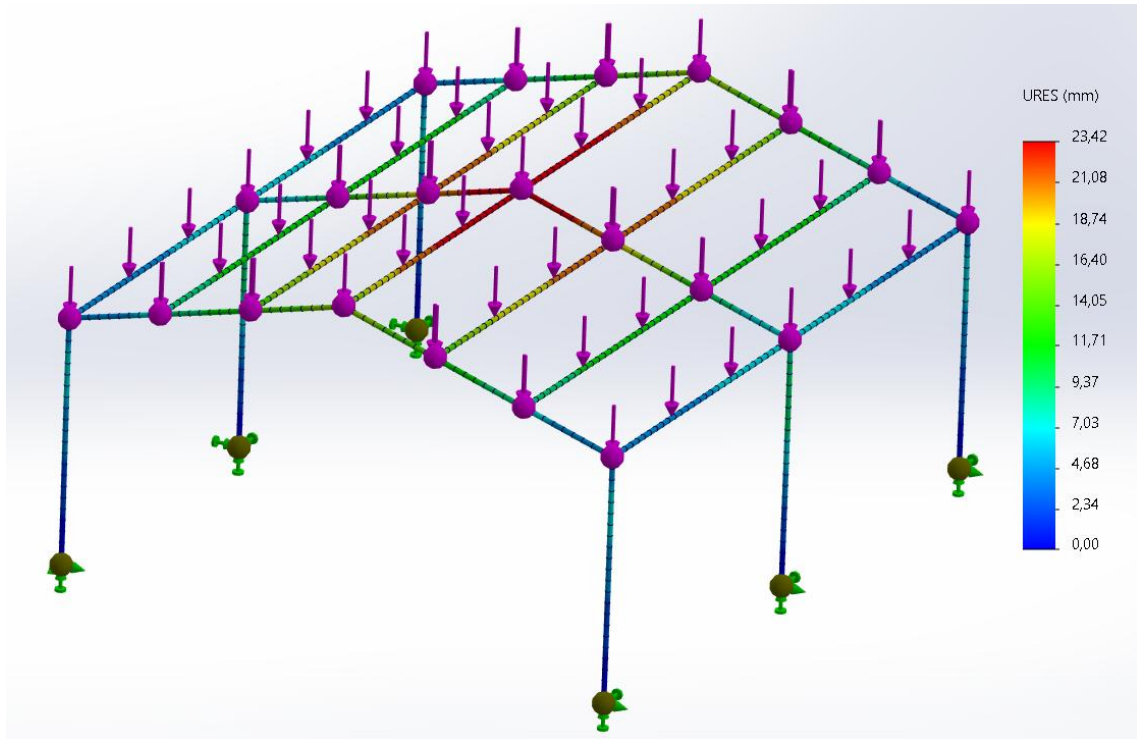
A partir del diagnóstico estructural realizado, se desarrolló el diseño técnico de la propuesta de techo con estructura metálica, considerando las dimensiones reales del aula y las cargas actuantes. El diseño incluyó la selección adecuada de perfiles metálicos y la definición de un sistema estructural eficiente y funcional.

Los cálculos estructurales permitieron analizar el comportamiento de la estructura frente a cargas permanentes y variables, evaluándose principalmente las deformaciones verticales. Los resultados obtenidos muestran desplazamientos dentro de los límites admisibles, lo que garantiza la estabilidad y el confort estructural del sistema propuesto.

Este diseño asegura una adecuada rigidez estructural y una correcta transmisión de cargas hacia los apoyos, cumpliendo con los criterios básicos de resistencia

y funcionalidad requeridos para una estructura metálica de techo en un entorno educativo.

Ilustración 4. Evaluación del factor de seguridad de la estructura metálica bajo carga.



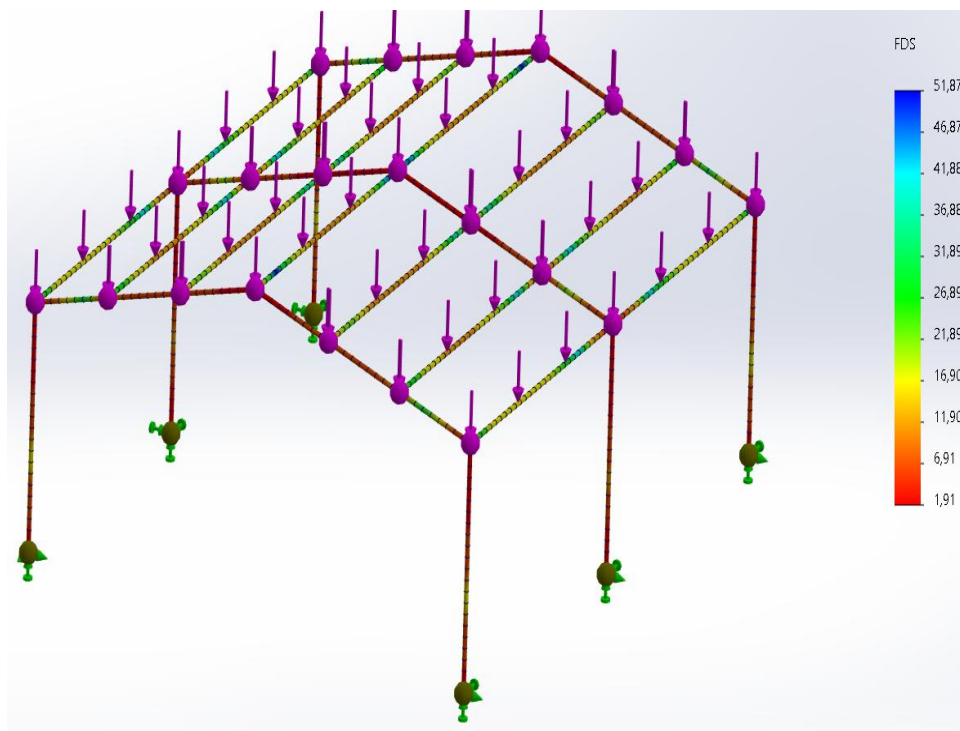
Objetivo 3: Logros obtenidos.

La validación del diseño se realizó mediante el uso de software de diseño asistido por computadora y simulación estructural, lo que permitió analizar el comportamiento teórico del techo bajo condiciones de carga representativas. Estas simulaciones facilitaron la identificación de zonas críticas y la verificación del desempeño global del sistema estructural.

Los resultados obtenidos muestran que la estructura presenta factores de seguridad adecuados en todos sus elementos, confirmando que los perfiles seleccionados trabajan dentro de rangos aceptables. Esto demuestra que el diseño cumple con los criterios técnicos y normativos establecidos.

Finalmente, la propuesta validada se considera técnicamente viable y aplicable en el contexto académico de la carrera de Electromecánica, constituyéndose como una solución funcional y didáctica para el reacondicionamiento del aula.

Ilustración 5. *Distribución de desplazamientos totales de la estructura metálica bajo carga.*



CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Objetivo 1

Se cumplió el objetivo, ya que se evaluaron las condiciones estructurales del techo existente, identificándose sus dimensiones, el estado de los elementos metálicos y las principales necesidades de mejora requeridas para el reacondicionamiento del aula.

Objetivo 2

Se cumplió el objetivo, debido a que se elaboró el diseño técnico de la propuesta de techo con estructura metálica, incluyendo planos y cálculos estructurales básicos, garantizando criterios de resistencia, funcionalidad y adecuada adaptación al espacio del aula de la carrera de Electromecánica.

Objetivo 3

Se cumplió el objetivo, puesto que el diseño de la estructura metálica del techo fue validado mediante el uso de herramientas de simulación computarizada, comprobándose su viabilidad técnica, estabilidad estructural y correcta aplicación en el contexto académico de la carrera de Electromecánica.

4.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda a las autoridades académicas y administrativas de la carrera de Electromecánica dar seguimiento periódico al estado de la estructura metálica del techo implementado, realizando inspecciones técnicas programadas que permitan identificar oportunamente posibles signos de corrosión, fatiga de materiales o fallas en las uniones estructurales, garantizando así la seguridad y funcionalidad del aula reacondicionada.

Al personal técnico y de mantenimiento institucional se le sugiere aplicar planes de mantenimiento preventivo y correctivo, incluyendo limpieza, re-aplicación de pintura anticorrosiva y verificación de pernos y soldaduras, con el fin de prolongar la vida útil de la estructura metálica y asegurar su óptimo desempeño ante condiciones ambientales y de uso continuo.

A los docentes y estudiantes de la carrera de Electromecánica se recomienda utilizar el diseño de la estructura metálica como recurso didáctico, fomentando el análisis de planos, cálculos estructurales y simulaciones computarizadas, fortaleciendo el aprendizaje práctico y el desarrollo de competencias técnicas relacionadas con el diseño y análisis de estructuras metálicas.

Finalmente, se sugiere a futuras instancias responsables de proyectos de infraestructura educativa considerar el uso de herramientas de diseño asistido por computadora y simulación estructural como metodología principal, debido a su eficiencia técnica y económica, promoviendo una gestión responsable de los recursos institucionales y asegurando soluciones estructurales seguras, funcionales y sostenibles.

BIBLIOGRAFÍA

- ALCB, W. e. (2010). Design verification and validation in product lifecycle. *CIRP Annals*.
- Alek, S. (2025). Revisión de la tecnología de soldadura actual y revisión de la literatura sobre reparación de soldaduras sin tratamiento térmico posterior a la soldadura para acero X10CrMoVNb9-1 en soldaduras de metales diferentes. *ScienceDirect*, 172-180.
- Álvarez, J. J. (enero de 2025). *Repositorio.uleam.edu.ec*. Obtenido de Repositorio.uleam.edu.ec:
<https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/7524/1/ULEAM-ELECTM-002.pdf>
- Alvinox. (12 de Feb. de 2024). Explorando las estructuras metálicas: tipos, características y consideraciones. *Explorando las estructuras metálicas: tipos, características y consideraciones*.
- Arias, C. -L. (2023). *Diseño de una cubierta de estructura metálica con conexiones empernadas*. Cuenca-Ecuador.
- Avilés, A. O. (2021). *Diseño y construcción de una máquina cortadora cortadora de láminas de madera de balsa*. Quevedo: UTEQ.
- Baquedano, K. (2016). *Modelación, Análisis Y Diseño Estructural De Una Edificación Metálica Bajo Las Disposiciones De Las Normas NEC-15 Y AISC*. Obtenido de Modelación, Análisis Y Diseño Estructural De Una

Edificación Metálica Bajo Las Disposiciones De Las Normas NEC-15 Y AISC: <https://repositorio.ug.edu.ec/>

Benítez, G. G. (2016). *Diseño Arquitectónico de un centro de Rehabilitación para Mujeres Adolescentes*. Loja: UIDE.

Cheng Laixiu, J. C. (24 de dic de 2023). *Estudio experimental sobre la resistencia estática al viento en sistemas de techado*. Obtenido de <https://www.mdpi.com>: <https://www.mdpi.com/2075-5309/14/1/65>

Cueva, j. S. (21 de sep. de 2025). <https://repositorio.ulead.edu.ec/>. Obtenido de <https://repositorio.ulead.edu.ec/>: <https://repositorio.ulead.edu.ec/bitstream/123456789/9179/1/ULEAM-ELECTM-032.pdf>

Edgar, S. (2018). Metodología de investigación aplicada. *ResearchGate*.

Elsevier. (2025). Evaluación de los efectos de los campos de temperatura a largo plazo en el rendimiento de un sistema de techo de metal con distribuciones de campos de temperatura medidas. *Revista de investigación en acero para la construcción*.

Ezpinoza, s. M. (2024). <https://repositorio.ulead.edu.ec/>. Obtenido de <https://repositorio.ulead.edu.ec/>: <https://repositorio.ulead.edu.ec/handle/123456789/7532>

Guerrero, .. M. (2024). Análisis técnico comparativo entre sistemas constructivos de steel framing y estructuras metálicas para vivienda. *ResearchGate*.

Komurov, K. (2023). Sistemas de techado de acero: mejora del rendimiento y la estética. *Revista de estructuras de acero y construcción*.

MINEDUC. (06 de nov de 2024). <https://educacion.gob.ec>. Obtenido de https://educacion.gob.ec/inauguracion-de-cubierta-metalica-en-la-unidad-educativa-las-naves-beneficia-a-600-estudiantes/?utm_source

Ramírez Carlos, L. J. (2017). El método analítico. *Libro académico*.

Rivas, J. H. (2024). https://repositorio.ulead.edu.ec. Obtenido de <https://repositorio.ulead.edu.ec/>: <https://repositorio.ulead.edu.ec/bitstream/123456789/7547/1/ULEAM-ELECTM-025.pdf>

S.A.S., F. (enero de 2025). *Cubiertas Metálicas en Instituciones Educativas: Seguridad y Eficiencia para Universidades y Colegios*. Obtenido de <https://fajobe.com.co>: <https://fajobe.com.co/category/cubiertas/>

Shoel, E. T. (2016). *Universidad peruana los andes facultad de ingeniería escuela profesional de ingeniería civil*. Obtenido de <https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/2429/5%2>

OTESIS%20SHOEL%20ELMER%20TRINIDAD%20RICALDI.pdf:
<https://repositorio.upla.edu.pe/>

- Shubham, T. K. (2025). Sistema de revestimiento de cubiertas metálicas bajo carga de viento: tecnología de vanguardia. *Revista de ingeniería eólica y aerodinámica industrial*.
- Steel, P. P. (23 de enero de 2023). *Sistema de techo de acero: composición y puntos de diseño*. Obtenido de Sistema de techo de acero: composición y puntos de diseño: https://peb.steelprogroup.com/es/estructura-de-acero/sistema/roof/?utm_source
- Steelstructureworld. (17 de Nov. de 2025). *Análisis del sistema estructural y del comportamiento sísmico de edificios modernos con estructura de acero*. Obtenido de Análisis del sistema estructural y del comportamiento sísmico de edificios modernos con estructura de acero: https://www.steelstructureworld.com/technology/structural-system-and-seismic-performance-analysis-of-modern-steel-structure-buildings/?utm_source
- Taiyong, W. Y. (2020). Inspección visual de la calidad de la superficie de la soldadura. *OUCI*.
- Vera, V. y. (sep. de 2025). <https://repositorio.ulead.edu.ec/>. Obtenido de <https://repositorio.ulead.edu.ec/>: <https://repositorio.ulead.edu.ec/bitstream/123456789/9200/1/ULEAM-ELECTM-039.pdf>
- Yin, H. P. (2018). Finitos - Técnica de simulación estructural (Análisis por elementos. *ScienceDirect.*, 28-51.
- Zambrano, E. J. (21 de enero de 2025). <https://repositorio.ulead.edu.ec/>. Obtenido de <https://repositorio.ulead.edu.ec/>: <https://repositorio.ulead.edu.ec/bitstream/123456789/7534/1/ULEAM-ELECTM-012.pdf>

ANEXOS

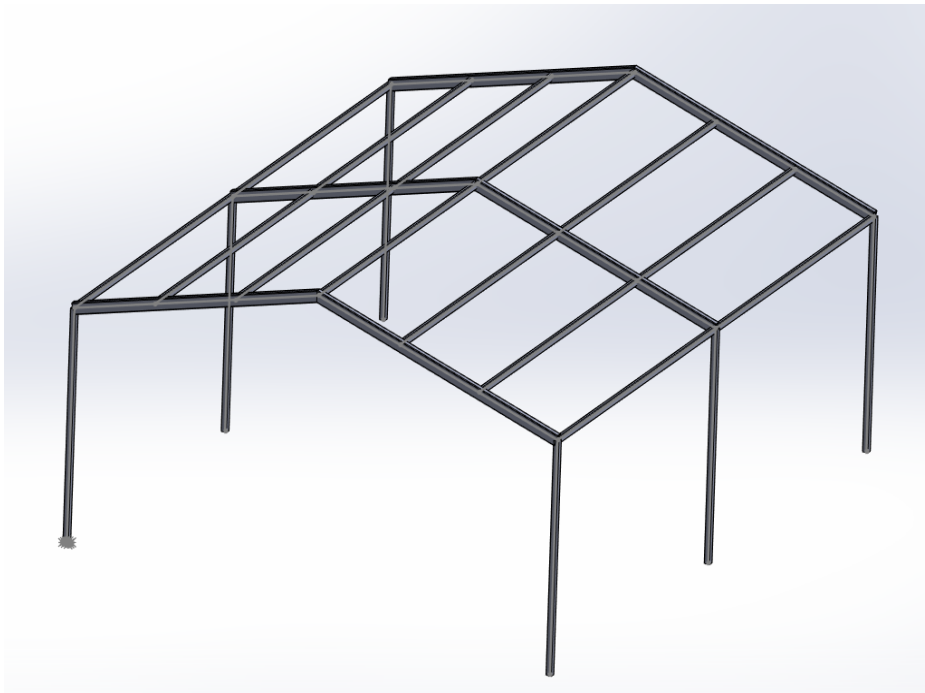
Ilustración 6

Simulación 3D de cubierta metálica, "Propuesta de diseño"



Ilustración 7.

Vista general de la estructura metálica



Tesis Eduardo-Carlos

9%
Suspicious texts

9% Similarities
2% similarities between quotation marks
2% among the sources mentioned
5% Unrecognized languages (Ignored)
32% Texts potentially generated by AI (Ignored)

Document name: Tesis Eduardo-Carlos.docx
Document ID: 6b8ce445f53f41d5a124b53081317e1d29d6204a
Original document size: 3.2 MB

Submitter: CESAR SINCHIGUANO CHIRIBOGA
Submission date: 2/3/2026
Upload type: interface
analysis end date: 2/3/2026

Number of words: 7,051
Number of characters: 51,819

Location of similarities in the document:



Main sources detected

No.	Description	Similarities	Locations	Additional information
1	Tesis Alex-Sebastian.docx Tesis Alex-Sebastian #22086 Copies from my database 19 similar sources	5%		Identical words: 5% (341 words)
2	Tesis Dorian-Nathaly.docx Tesis Dorian-Nathaly #11166 Copies from my database 19 similar sources	4%		Identical words: 4% (216 words)
3	Tesis Steven-Anthony.docx Tesis Steven-Anthony #38002 Copies from my database 19 similar sources	4%		Identical words: 4% (253 words)
4	ALFONSO ROQUE.pdf ALFONSO ROQUE #10044 Copies from my database 19 similar sources	2%		Identical words: 2% (121 words)
5	repositorio.uleam.edu.ec https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/7527/1/ULEAM-ELECTM-012.pdf	2%		Identical words: 2% (113 words)

Sources with incidental similarities

No.	Description	Similarities	Locations	Additional information
1	repositorio.uleam.edu.ec Reparación y mantenimiento gastronómico. Adquisic... https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/9039	< 1%		Identical words: < 1% (3a words)
2	repositorio.uleam.edu.ec Implementación de un sistema de control de acceso ... https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/9966	< 1%		Identical words: < 1% (24 words)
3	pondera.com.mx Funcionalidad y seguridad en estructuras https://pondera.com.mx/2526/06/14/funcionalidad-y-seguridad-en-estructuras/	< 1%		Identical words: < 1% (1a words)
4	apps.lanbide.euskadi.net https://apps.lanbide.euskadi.net/destacados/legales/casos-certificados-cotologos/94805208_HC.pdf	< 1%		Identical words: < 1% (12 words)
5	www.greenworldjournal.com https://www.greenworldjournal.com/Research/doi:10.17965/gwj.v1i1.55aa78527fa9884...	< 1%		Identical words: < 1% (14 words)

Referenced sources (without similarities detected)

These sources were cited in the paper without finding any similarities.

- https://www.steelstructureworld.com/technology/structural-system-and-seismic-performance-analysis-of-modern-steel-structure-buildings/?utm_source
- <https://repositorio.uleam.edu.ec/>
- <https://repositorio.ug.edu.ec/>
- <https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/7534/1/ULEAM-ELECTM-012.pdf>
- <https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/7532>