



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

Título:

Diseño y construcción de puertas metálicas para el
reacondicionamiento de aulas en la carrera de electromecánica

Autores:

Nathaly Katherine Alcívar Esmeraldas
Derian Nixon Solórzano Vélez

Tutor(a)

Ing. César Augusto Sinchiguano Ch., 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 Augusto Sinchiguano Ch., 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:

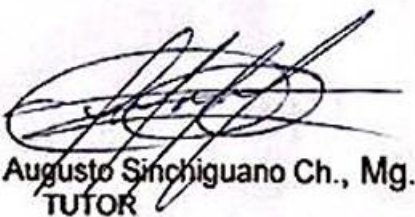
Que el presente proyecto integrador con el título: “Diseño y construcción de puertas metálicas para el reacondicionamiento de aulas en la carrera de electromecánica” ha sido exhaustivamente revisado en varias sesiones de trabajo, está listo para su presentación y apto para su defensa.

Las opciones y conceptos vertidos en este documento son fruto de la perseverancia y originalidad de su(s) autor(es):

Nathaly Katherine Alcívar Esmeraldas , Derian Nixon Solórzano Vélez

Siendo de su exclusiva responsabilidad.

El Carmen, febrero del 2026.



Ing. César Augusto Sinchiguano Ch., Mg.
TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

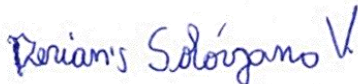
Quien(es) suscribe(n) la presente:

Nathaly Katherine Alcívar Esmeraldas , Derian Nixon Solórzano Vélez

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 puertas metálicas para el reacondicionamiento de aulas en la carrera de electromecánica”, previa a la obtención del Título de Diseño y construcción de puertas metálicas para el reacondicionamiento de aulas en la carrera de 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


Nathaly Katherine Alcívar Esmeraldas


Derian Nixon Solórzano Vélez



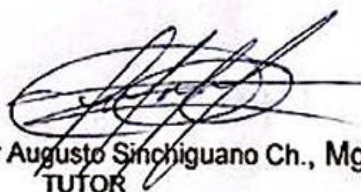
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los s miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto Integrador, titulado: “Diseño y construcción de puertas metálicas para el reacondicionamiento de aulas en la carrera de electromecánica” de su(s) autor(es): Nathaly Katherine Alcívar Esmeraldas , Derian Nixon Solórzano Vélez de la Carrera “Tecnología Superior en Electromecánica”, y como Tutor(a) del Trabajo el/la Ing. César Augusto Sinchiguano Ch., Mg.

El Carmen, febrero del 2026



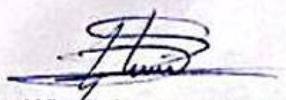
**Econ. Tito Cedeno, Mag.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



**Ing. César Augusto Sinchiguano Ch., Mg.
TUTOR**



**Ing. Saed Reascos, Mag.
PRIMER MIEMBRO DEL TRIBUNAL
TRIBUNAL**



**Ing. Wladimir Minaya, Mag.
SEGUNDO MIEMBRO DEL**

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por brindarnos salud, fortaleza y sabiduría durante cada etapa de este proceso académico. Expresamos nuestro sincero reconocimiento a nuestros padres y familiares por su apoyo constante, comprensión y motivación para alcanzar esta meta. Su confianza fue fundamental para no rendirnos ante las dificultades.

De igual manera, extendemos nuestro agradecimiento a nuestros docentes y director de tesis por su orientación, conocimientos y tiempo dedicado. También agradecemos a nuestros compañeros y a todas las personas que contribuyeron de forma directa e indirecta en el desarrollo de este trabajo, permitiéndonos culminar con éxito esta importante etapa profesional.

Nathaly Katherine Alcívar Esmeraldas , Derian Nixon Solórzano Vélez

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a Dios, por guiarnos con sabiduría y darnos la fortaleza necesaria para superar cada desafío presentado a lo largo de nuestra formación académica. A nuestros padres, quienes con su amor, esfuerzo y apoyo incondicional han sido el pilar fundamental para alcanzar este logro tan significativo.

Asimismo, dedicamos esta tesis a nuestros familiares y amigos que siempre confiaron en nuestras capacidades y nos alentaron a continuar. Su compañía, comprensión y palabras de ánimo fueron esenciales para mantenernos firmes en este camino, recordándonos que la constancia y el compromiso hacen posibles las metas.

Nathaly Katherine Alcívar Esmeraldas , Derian Nixon Solórzano Vélez

RESUMEN

El presente proyecto se desarrolla ante la necesidad de mejorar las condiciones de seguridad y funcionalidad de las aulas de la carrera de Electromecánica, debido al deterioro y deficiencias estructurales de las puertas existentes. Esta situación afecta el control de acceso y el adecuado desarrollo de las actividades académicas. El objetivo general del proyecto fue diseñar una propuesta técnica de puertas metálicas que contribuya al reacondicionamiento de las aulas, garantizando resistencia, durabilidad y seguridad.

La metodología empleada fue de tipo descriptiva y técnica, iniciando con el diagnóstico del estado actual de las puertas, seguido del diseño estructural mediante la elaboración de planos técnicos, selección de materiales y definición del proceso constructivo. Debido a factores extracurriculares, no se ejecutó la implementación física; sin embargo, se desarrolló un diseño técnico completo que permite su futura ejecución.

Los resultados evidencian la viabilidad técnica de la propuesta, cumpliendo criterios de funcionalidad y seguridad. Se concluye que el diseño de puertas metálicas constituye una solución adecuada y aplicable al contexto académico de la carrera de Electromecánica.

PALABRAS CLAVE

Puertas metálicas, diseño técnico, reacondicionamiento de aulas, Electromecánica, seguridad.

ABSTRACT

This project arose from the need to improve the safety and functionality of the Electromechanical Engineering classrooms due to the deterioration and structural deficiencies of the existing doors. This situation affects access control and the proper conduct of academic activities. The overall objective of the project was to design a technical proposal for metal doors that would contribute to the refurbishment of the classrooms, guaranteeing strength, durability, and security.

The methodology employed was descriptive and technical, beginning with a diagnosis of the current condition of the doors, followed by the structural design through the creation of technical drawings, material selection, and definition of the construction process. Due to external factors, the physical implementation was not carried out; however, a complete technical design was developed that allows for its future implementation.

The results demonstrate the technical feasibility of the proposal, meeting functionality and safety criteria. It is concluded that the design of metal doors constitutes a suitable and applicable solution for the academic context of the Electromechanical Engineering program.

KEYWORDS

Metal doors, technical design, classroom refurbishment, electromechanics, security.

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
ÍNDICE DE TABLAS	IX
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. PROBLEMA	3
1.2. JUSTIFICACIÓN	4
1.3. OBJETIVOS.....	6
1.3.2. Objetivos específicos.....	6
1.4. METODOLOGÍA	6
1.4.2. Técnicas	8
1.4.3. Métodos.....	9
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	12
2.1. DEFINICIONES	12
2.2. ANTECEDENTES.....	14
2.3. TRABAJOS RELACIONADOS.....	15
CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA	18
3.1. DESARROLLO	18
3.1.1. Descripción de la Propuesta.....	23
3.1.2. Etapas.....	24
3.1.3. Presupuesto.....	24
3.2. RESULTADOS.....	24
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	27
4.1. CONCLUSIONES	27
4.2. RECOMENDACIONES.....	27

BIBLIOGRAFÍA	29
ANEXOS	31

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Diseño esquemático de la puerta metálica propuesta.....	19
Ilustración 2. Simulación del diseño estructural de puerta metálica.	20
Ilustración 3. Simulación de fuerzas en el sistema de bisagras de la puerta metálica.....	21
Ilustración 4. Distribución de esfuerzos y cargas en el marco inferior de la puerta metálica.....	22
Ilustración 5. Evaluación del factor de seguridad mediante análisis estático del modelo estructural.	25
Ilustración 6. Resultados del análisis de desplazamientos estáticos del sistema estructural de la puerta metálica URES.	26
Ilustración 7. Análisis estático de tensiones equivalente en el modo estructural.	26
Ilustración 8. Representación gráfica del prototipo de puerta metálica fabricada, conforme a los parámetros dimensionales.	31
Ilustración 9. Visualización del diseño estructural de la puerta metálica aplicada al reacondicionamiento de aulas.	31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Especificación de Materiales para Puerta Metálica.	19
---	----

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

La calidad y el estado de la infraestructura física de las instituciones educativas influyen directamente en las condiciones de enseñanza–aprendizaje, ya que espacios adecuados y con elementos estructurales en buen estado favorecen la seguridad, la concentración y la continuidad de las actividades académicas. Diversos estudios señalan que variables del entorno escolar, como la iluminación, ventilación, acústica y los elementos de cerramiento, se relacionan positivamente con el rendimiento académico y la permanencia estudiantil, evidenciando que las intervenciones en infraestructura constituyen inversiones estratégicas para la mejora educativa (Espinoza, 2024). En este contexto, deficiencias persistentes en componentes como puertas, marcos y herrajes afectan no solo la funcionalidad del aula, sino también la percepción de seguridad y la gestión operativa diaria de las instituciones educativas.

Desde el punto de vista técnico, la selección de materiales y el diseño de los elementos de acceso resultan determinantes para garantizar durabilidad, bajo mantenimiento y resistencia frente a impactos, vandalismo y condiciones ambientales adversas. Las puertas metálicas, especialmente aquellas fabricadas en acero estructural o galvanizado, presentan ventajas comprobadas en términos de vida útil, resistencia mecánica, comportamiento frente al fuego y facilidad de mantenimiento, en comparación con materiales como la madera o el aluminio. Estas características las convierten en una alternativa adecuada para entornos de uso intensivo, como aulas y talleres técnicos (Johnson, 2024). Asimismo, las especificaciones modernas permiten integrar refuerzos estructurales, sistemas de cierre seguros y diseños que facilitan el mantenimiento preventivo, reduciendo los costos operativos a mediano y largo plazo.

La literatura técnica reciente y diversas guías especializadas presentan experiencias y recomendaciones aplicables al reacondicionamiento de puertas en instituciones educativas y edificios públicos. Estudios y documentos normativos destacan la importancia de soluciones integrales que consideren requisitos de seguridad, evacuación, resistencia al fuego y control

de acceso. Además, reportes de casos prácticos evidencian que la sustitución de puertas fabricadas con materiales inadecuados por puertas metálicas ha permitido disminuir fallas recurrentes y costos de mantenimiento en contextos institucionales similares (Hattersley, 2023); (Espinosa, 2024). Estas referencias aportan fundamentos técnicos y normativos que respaldan la pertinencia del proyecto propuesto.

El reacondicionamiento de puertas en aulas trasciende la simple sustitución de elementos físicos, ya que implica mejorar la seguridad, optimizar la gestión del espacio y prolongar la vida útil de la infraestructura existente. Además, se vincula con políticas institucionales de mantenimiento preventivo y criterios de sostenibilidad, considerando el uso de materiales reciclables y de bajo impacto ambiental (Insights, 2023). En contextos donde los recursos económicos son limitados, priorizar soluciones de alto rendimiento, como puertas metálicas duraderas y de bajo mantenimiento, genera un mayor retorno social y económico frente a intervenciones correctivas frecuentes (Key, 2022). Por estas razones, el tema abordado resulta prioritario para garantizar aulas seguras, funcionales y sostenibles.

Para la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica, el diseño de puertas metálicas representa una oportunidad formativa integral, al permitir la aplicación de conocimientos relacionados con resistencia de materiales, procesos de corte y soldadura, interpretación de planos, selección de herrajes y control de calidad. Asimismo, el proyecto fortalece competencias técnicas mediante el diagnóstico del estado de la infraestructura, la elaboración de diseños estructurales y la planificación del proceso constructivo. Desde una perspectiva curricular, este tipo de proyectos promueve la articulación entre teoría y práctica, prepara al estudiante para la resolución de problemas reales en entornos técnicos y contribuye al desarrollo de habilidades profesionales demandadas por la industria local y regional, incrementando su empleabilidad (Manufacturers, 2022). En consecuencia, el tema se vincula directamente con los objetivos formativos y la orientación técnico–práctica de la carrera.

1.1. PROBLEMA

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco., 2021), en las instituciones de educación superior, especialmente aquellas orientadas a la formación técnica y tecnológica, la infraestructura física constituye un componente fundamental para el adecuado desarrollo de los procesos de enseñanza–aprendizaje. No obstante, en numerosos espacios académicos se evidencian deficiencias estructurales originadas por el uso prolongado, la ausencia de mantenimiento preventivo y la utilización de materiales con limitada resistencia, lo cual genera condiciones inadecuadas de seguridad y funcionalidad (OECD, 2022). Diversos estudios señalan que el deterioro de elementos constructivos, como puertas y accesos, incrementa los riesgos de accidentes, afecta la protección de los bienes institucionales y limita el control eficiente de los espacios educativos.

En la carrera de Electromecánica, donde el uso de las aulas es constante y se desarrollan actividades que requieren condiciones adecuadas de orden, seguridad y control de acceso, estas deficiencias se manifiestan con mayor incidencia. Las puertas existentes presentan problemas como desgaste de materiales, fallas en bisagras y cerraduras, deformaciones estructurales y baja resistencia mecánica, lo que genera incomodidad en docentes y estudiantes, además de una percepción negativa del entorno académico (García, 2020). Según informes técnicos, la utilización de sistemas de cerramiento inadecuados en espacios educativos incrementa los costos de mantenimiento correctivo y reduce la vida útil de la infraestructura institucional.

Asimismo, la falta de soluciones técnicas acordes con el tipo de uso de las aulas evidencia una limitada aplicación de criterios de diseño industrial y una inadecuada selección de materiales para entornos de alta demanda. En este contexto, las puertas metálicas constituyen una alternativa técnica viable debido a su resistencia, durabilidad y facilidad de mantenimiento (ISO, 2021). Sin embargo, su aplicación no ha sido considerada de manera sistemática dentro de los procesos de reacondicionamiento de las aulas, lo que genera

insatisfacción en la comunidad educativa y limita la optimización de los recursos destinados al mejoramiento de la infraestructura.

Ante esta situación, surge la necesidad de formular el siguiente problema de investigación:

¿De qué manera el diseño de una propuesta técnica de puertas metálicas puede contribuir al reacondicionamiento de las aulas de la carrera de Electromecánica, mejorando las condiciones de seguridad, funcionalidad y durabilidad de la infraestructura educativa?

1.2. JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto se justifica porque permite integrar y aplicar los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos durante la formación en la carrera de Electromecánica, fortaleciendo competencias relacionadas con el diseño técnico, el análisis y selección de materiales, los procesos de fabricación y la solución de problemas reales del entorno institucional. La educación técnica y tecnológica demanda proyectos que articulen la teoría con la práctica, promoviendo el aprendizaje significativo mediante la atención de necesidades concretas. En este sentido, diversos estudios destacan que los proyectos aplicados orientados a la mejora de la infraestructura educativa contribuyen al desarrollo de habilidades técnicas, pensamiento crítico y capacidades de innovación en los estudiantes (Unesco., 2021); (OECD, 2022) Por lo tanto, el diseño de una propuesta técnica de puertas metálicas constituye un ejercicio académico pertinente que favorece la formación integral del estudiante y responde a las exigencias actuales de la educación superior técnica.

Desde el punto de vista tecnológico, el proyecto se justifica por la necesidad de plantear soluciones constructivas duraderas, seguras y eficientes que respondan a las condiciones de uso intensivo de las aulas. Las puertas metálicas representan una alternativa técnicamente viable frente a materiales tradicionales, debido a su elevada resistencia mecánica, mayor vida útil, facilidad de mantenimiento y adaptabilidad a distintos sistemas de seguridad. Investigaciones recientes y normativas técnicas señalan que el empleo de

componentes metálicos en edificaciones educativas contribuye a la reducción de costos de mantenimiento correctivo y al fortalecimiento de la seguridad de los espacios, especialmente en instituciones con alta rotación de usuarios (ISO., 2023). En este contexto, el proyecto aporta a la incorporación de criterios tecnológicos actuales en el reacondicionamiento de aulas, optimizando el uso de recursos materiales y técnicos.

Asimismo, esta investigación se justifica por su coherencia con las líneas de investigación institucionales orientadas al mejoramiento de la infraestructura, la innovación tecnológica y el desarrollo sostenible en entornos educativos. El diseño de puertas metálicas se enmarca en la aplicación de tecnologías para la optimización de espacios físicos y la mejora de las condiciones de seguridad y funcionalidad en instituciones de educación superior. De acuerdo con lineamientos recientes sobre investigación aplicada en educación técnica, este tipo de proyectos favorece la transferencia de conocimientos técnicos hacia soluciones concretas que benefician directamente a la comunidad académica (Unesco., 2021). En consecuencia, la propuesta fortalece la articulación entre la investigación formativa, la práctica profesional y las necesidades reales de la institución, alineándose con los objetivos estratégicos de la universidad.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Diseñar una propuesta técnica de puertas metálicas para el reacondicionamiento de las aulas de la carrera de Electromecánica, con el fin de mejorar las condiciones de seguridad, durabilidad y funcionalidad de la infraestructura educativa, contribuyendo al adecuado desarrollo de las actividades académicas.

1.3.2. Objetivos específicos

Diagnosticar el estado actual de las puertas existentes en las aulas de la carrera de Electromecánica, identificando deficiencias estructurales, funcionales y de seguridad que afectan su uso adecuado.

Diseñar un modelo técnico de puerta metálica acorde a las necesidades del entorno educativo, considerando criterios de resistencia mecánica, durabilidad, seguridad y funcionalidad.

Elaborar planos técnicos, especificaciones de materiales y el proceso constructivo de la puerta metálica propuesta, que permitan evaluar su viabilidad técnica para el reacondicionamiento de las aulas.

1.4. METODOLOGÍA

1.4.1. Procedimiento

El procedimiento empleado para el desarrollo del presente proyecto se ejecutó de manera sistemática y secuencial, en concordancia con los objetivos específicos planteados, permitiendo una adecuada planificación, análisis y elaboración de la propuesta técnica de puertas metálicas para el reacondicionamiento de las aulas de la carrera de Electromecánica.

En una primera etapa, se realizó el diagnóstico del estado actual de las puertas existentes en las aulas objeto de estudio. Para ello, se efectuaron visitas técnicas al área, aplicando la observación directa y el registro fotográfico, lo que permitió identificar deterioros estructurales, fallas en herrajes, deficiencias de seguridad y limitaciones funcionales. La información

recopilada fue organizada y analizada con el propósito de determinar las necesidades reales de reacondicionamiento y establecer los requerimientos técnicos del diseño propuesto.

Posteriormente, se desarrolló el diseño técnico de la puerta metálica. En esta fase se definieron las dimensiones, el tipo de material metálico, el sistema de apertura, los elementos de seguridad y los acabados, considerando las condiciones físicas de las aulas y los criterios técnicos de resistencia, durabilidad y funcionalidad. El diseño se elaboró mediante esquemas y planos técnicos, así como especificaciones de materiales, los cuales permiten visualizar la estructura de la puerta y facilitan su posible ejecución futura.

Finalmente, se estableció el proceso constructivo teórico de la puerta metálica propuesta, describiendo de manera técnica las etapas de fabricación, ensamblaje e instalación, sin llevar a cabo la construcción física del prototipo. Asimismo, se realizó una evaluación técnica del diseño propuesto, verificando su viabilidad estructural, funcional y su adecuación para el reacondicionamiento de las aulas de la carrera de Electromecánica.

El procedimiento descrito permitió desarrollar el proyecto de forma ordenada y coherente, asegurando que cada etapa contribuyera al cumplimiento de los objetivos específicos y al logro del objetivo general planteado.

1.4.2. Técnicas

Observación directa.

La observación directa es una técnica de recolección de información que permite identificar de manera precisa las condiciones reales de un objeto o fenómeno en su contexto natural, facilitando el análisis de fallas, deficiencias y necesidades existentes. Según Hernández, Fernández y Baptista(2022), esta técnica resulta especialmente útil en estudios aplicados y proyectos técnicos, ya que posibilita obtener información objetiva sin intervenir el entorno evaluado. En el presente proyecto, la observación directa se utilizó para diagnosticar el estado actual de las puertas existentes en las aulas de la carrera de Electromecánica, identificando deterioros estructurales, fallas en herrajes y limitaciones de funcionalidad. Esta técnica se aplicó durante la fase inicial del proyecto y permitió sustentar técnicamente la necesidad de plantear una propuesta de diseño de puertas metálicas como solución al problema identificado.

Registro fotográfico.

El registro fotográfico constituye una técnica visual que permite documentar de manera gráfica las condiciones iniciales del objeto de estudio, sirviendo como evidencia para el análisis técnico y la interpretación de los resultados. De acuerdo con Flick(2020), las evidencias fotográficas fortalecen la validez de los estudios aplicados, ya que facilitan la contratación de información y respaldan los análisis realizados. En este proyecto, el registro fotográfico se empleó para documentar el estado actual de las puertas existentes en las aulas de la carrera de Electromecánica durante la etapa de diagnóstico, constituyéndose en un soporte visual que complementa la información obtenida mediante la observación directa y que se presenta como anexo del trabajo de titulación.

Análisis técnico de materiales.

El análisis técnico de materiales es una técnica que permite evaluar las propiedades físicas y mecánicas de los materiales a emplear en un proyecto,

con el fin de seleccionar aquellos que cumplan con los requerimientos de resistencia, durabilidad y funcionalidad. Según Callister y Rethwisch(2021), una adecuada selección de materiales es fundamental en proyectos de ingeniería, ya que influye directamente en el desempeño y la vida útil del producto diseñado. En el presente proyecto, esta técnica se aplicó durante la fase de diseño, permitiendo seleccionar el tipo de material metálico más adecuado para la propuesta de puertas, considerando criterios como resistencia mecánica, durabilidad, facilidad de mantenimiento y adaptación al entorno educativo.

Verificación funcional.

La evaluación técnica del diseño es una técnica orientada a verificar que una propuesta cumpla con los requerimientos funcionales, estructurales y de seguridad para los cuales ha sido concebida. De acuerdo con la International Organization for Standardization(2021), este tipo de evaluación permite asegurar la viabilidad técnica de un diseño antes de su posible implementación. En el presente proyecto, la evaluación técnica se realizó sobre la propuesta de diseño de puertas metálicas, analizando aspectos como funcionalidad del sistema de apertura, estabilidad estructural, disposición de herrajes y cumplimiento de criterios de seguridad, sin llevar a cabo la construcción física del prototipo.

1.4.3. Métodos

Método descriptivo

El método descriptivo permite caracterizar y detallar las condiciones reales de un objeto de estudio sin modificarlo, facilitando la identificación de sus principales características, deficiencias y comportamientos observables. De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2022), este método resulta apropiado en investigaciones aplicadas cuando se requiere describir situaciones existentes como base para la toma de decisiones técnicas. En el presente proyecto, el método descriptivo se utilizó para detallar el estado actual de las puertas existentes en las aulas de la carrera de Electromecánica, considerando aspectos como el material, el estado estructural, el

funcionamiento y el nivel de deterioro. Este método se aplicó durante la fase de diagnóstico, permitiendo sustentar el planteamiento del problema y justificar la necesidad de una propuesta técnica de reacondicionamiento.

Método analítico.

El método analítico consiste en descomponer un fenómeno o sistema en sus partes para estudiarlas de manera individual y comprender su funcionamiento global. Según Bernal (2020), este método es fundamental en proyectos de ingeniería, ya que permite evaluar técnicamente cada componente de un sistema y determinar sus limitaciones. En este proyecto, el método analítico se aplicó para examinar los elementos que conforman las puertas existentes y el diseño propuesto, tales como la estructura, los herrajes, el sistema de cierre y los acabados. Se empleó durante las fases de diagnóstico y diseño, con el objetivo de seleccionar materiales adecuados y definir un modelo de puerta metálica que cumpla con criterios de resistencia, durabilidad y funcionalidad.

Método práctico o experimental.

El método de diseño técnico se orienta al desarrollo de propuestas estructuradas que permitan resolver un problema mediante la aplicación de principios de ingeniería y criterios normativos. De acuerdo con Creswell y Creswell (2021), este enfoque resulta pertinente en investigaciones aplicadas de carácter propositivo, donde se prioriza el desarrollo de soluciones técnicas sin necesariamente ejecutar su implementación física. En el presente proyecto, este método se utilizó para elaborar la propuesta de diseño de puertas metálicas, integrando planos técnicos, especificaciones de materiales y la definición del proceso constructivo teórico, permitiendo evaluar la viabilidad técnica de la solución planteada.

Método evaluativo.

El método evaluativo se emplea para valorar el grado de cumplimiento de los objetivos planteados y la coherencia técnica de la propuesta desarrollada.

Según la International Organization for Standardization(ISO, 2021) la evaluación sistemática de diseños técnicos es fundamental para asegurar su calidad y confiabilidad antes de su posible implementación. En este proyecto, el método evaluativo se aplicó sobre la propuesta de diseño de puertas metálicas, analizando su funcionalidad, estabilidad estructural, seguridad y adecuación al uso en aulas educativas, sin llevar a cabo la construcción física del producto. Este método permitió determinar si la propuesta cumple con el objetivo general del proyecto.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. DEFINICIONES

La infraestructura educativa constituye un elemento fundamental dentro del sistema de educación superior, ya que influye directamente en la calidad del proceso de enseñanza–aprendizaje y en el bienestar de la comunidad académica. De acuerdo con la UNESCO (2021) los espacios físicos destinados a la educación deben cumplir condiciones mínimas de seguridad, funcionalidad y confort, con el propósito de garantizar un entorno adecuado para el aprendizaje significativo. En este sentido, las aulas no solo representan espacios físicos, sino también entornos pedagógicos que inciden en la motivación, la concentración y el desempeño académico de los estudiantes.

El reacondicionamiento de aulas se define como el conjunto de acciones técnicas orientadas a mejorar o restablecer las condiciones físicas y funcionales de los espacios educativos existentes, sin que ello implique necesariamente una reconstrucción total. Estas acciones permiten optimizar los recursos institucionales, prolongar la vida útil de las edificaciones y responder a nuevas exigencias pedagógicas y tecnológicas (OECD, 2022). Las intervenciones de reacondicionamiento suelen enfocarse en elementos estructurales clave, tales como accesos, cerramientos, ventilación, iluminación y seguridad.

Diversos estudios señalan que el deterioro progresivo de la infraestructura educativa se relaciona principalmente con el uso intensivo de los espacios, la falta de mantenimiento preventivo y la utilización de materiales poco adecuados para entornos de alta demanda. En particular, los elementos de acceso como puertas y marcos presentan fallas recurrentes que afectan la seguridad y la funcionalidad de las aulas (García, 2020). Esta situación resulta especialmente crítica en carreras técnicas, donde el tránsito constante de personas y el uso de equipos incrementan el desgaste de la infraestructura.

Desde una perspectiva institucional, el reacondicionamiento de aulas se vincula con políticas de calidad educativa y con una gestión eficiente de los

recursos. La planificación de intervenciones técnicas basadas en diagnósticos previos permite priorizar acciones que generen mayor impacto con una inversión controlada, contribuyendo a la sostenibilidad de las instituciones de educación superior (2021). Asimismo, el mejoramiento de la infraestructura fortalece la imagen institucional y promueve entornos seguros para el desarrollo académico.

En el contexto de la educación técnica y tecnológica, el reacondicionamiento de aulas adquiere una relevancia particular debido a las características específicas de las actividades formativas que se desarrollan en estos espacios. La OECD (2022) destaca que las instituciones de formación técnica deben garantizar infraestructuras resistentes, seguras y adaptadas a procesos prácticos, lo cual demanda soluciones constructivas duraderas y funcionales. Por ello, el análisis de la infraestructura educativa y su reacondicionamiento constituye un componente teórico esencial para sustentar proyectos orientados a la mejora de las condiciones físicas de las aulas.

Las puertas metálicas son elementos constructivos diseñados para permitir el acceso y el cerramiento de espacios, proporcionando seguridad, resistencia mecánica y control del entorno. Desde el punto de vista técnico, se caracterizan por estar fabricadas principalmente en acero u otros metales ferrosos, materiales que presentan elevada durabilidad y capacidad para soportar esfuerzos mecánicos y condiciones ambientales adversas. Callister y Rethwisch (2021) señalan que los metales ferrosos son ampliamente utilizados en aplicaciones estructurales debido a su resistencia, facilidad de fabricación y adaptabilidad a distintos diseños.

En edificaciones educativas, las puertas metálicas cumplen funciones fundamentales relacionadas con la seguridad, el control de acceso y la protección de los bienes institucionales. De acuerdo con el Building Performance Institute (Building, 2023) la selección adecuada de puertas en edificios públicos debe considerar factores como la frecuencia de uso, el nivel de exposición a impactos, la facilidad de mantenimiento y la compatibilidad con sistemas de seguridad. En este sentido, las puertas metálicas representan

una alternativa eficiente frente a materiales tradicionales, como la madera, que tienden a presentar mayor deterioro en entornos de uso intensivo.

El diseño de puertas metálicas implica la aplicación de criterios técnicos asociados a la resistencia estructural, la ergonomía y la funcionalidad. Las normas internacionales de calidad establecen que el diseño debe contemplar dimensiones adecuadas, refuerzos estructurales, sistemas de cierre seguros y acabados que protejan el material frente a procesos de corrosión (ISO, 2021). Asimismo, el diseño debe responder a las condiciones específicas del entorno donde se proyecta su instalación, considerando factores como el flujo de personas, la ventilación y la iluminación.

Finalmente, la incorporación de puertas metálicas en aulas educativas contribuye a la mejora de la seguridad institucional y a la reducción de costos de mantenimiento a largo plazo (ISO, 2021). Estudios recientes indican que el uso de componentes metálicos en la infraestructura educativa incrementa la vida útil de los elementos constructivos y disminuye la frecuencia de intervenciones correctivas. En consecuencia, la fundamentación teórica sobre puertas metálicas y sus criterios de diseño sustenta técnicamente la propuesta planteada en el presente proyecto de titulación.

2.2. ANTECEDENTES

La Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí (ULEAM) es una institución de educación superior pública del Ecuador que tiene como misión formar profesionales competentes, con sólidos conocimientos técnicos y científicos, comprometidos con el desarrollo social y productivo del país. Dentro de su estructura académica, la Unidad Académica de Formación Técnica y Tecnológica desempeña un rol fundamental en la preparación de talento humano orientado a la aplicación práctica del conocimiento, especialmente en carreras de carácter técnico como Electromecánica. De acuerdo con los lineamientos de educación técnica superior, estas instituciones deben contar con infraestructura adecuada que garantice condiciones seguras y funcionales para el desarrollo de actividades académicas y prácticas (Unesco., 2021).

En la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica, las aulas constituyen espacios de uso frecuente tanto para actividades teóricas como para la preparación de prácticas técnicas, lo que genera un alto nivel de tránsito y desgaste de los elementos estructurales. Según la OECD (2022), las instituciones de formación técnica presentan mayores requerimientos en términos de infraestructura debido a la naturaleza de sus procesos formativos, los cuales demandan ambientes resistentes, seguros y adaptados a la dinámica académica. En este contexto, la calidad de elementos como puertas, accesos y cerramientos influye directamente en la seguridad, el control de los espacios y la protección de los recursos institucionales.

Asimismo, la ULEAM ha impulsado acciones orientadas al mantenimiento y mejoramiento de su infraestructura física; sin embargo, estas intervenciones no siempre han abordado de manera específica los elementos de acceso de las aulas, los cuales presentan un deterioro progresivo debido al uso continuo y a la antigüedad de los materiales (Building, 2023). Estudios recientes sobre gestión de infraestructura educativa señalan que la falta de mantenimiento preventivo en componentes estructurales incrementa los costos de reparación y reduce la funcionalidad de los espacios académicos.

En este sentido, la institución constituye un escenario pertinente para la ejecución del presente proyecto, ya que permite aplicar soluciones técnicas acordes a las necesidades reales del entorno educativo, contribuyendo al mejoramiento de la infraestructura y fortaleciendo el vínculo entre la formación académica y la solución de problemas institucionales.

2.3. TRABAJOS RELACIONADOS

A nivel internacional, particularmente en continentes como Europa y Asia, se han desarrollado diversos proyectos orientados al diseño y construcción de puertas metálicas destinadas al reacondicionamiento de infraestructuras educativas técnicas e industriales. Estudios realizados en instituciones de formación tecnológica en Alemania y Japón evidencian que la implementación de puertas metálicas fabricadas con acero estructural normalizado mejora significativamente la seguridad, durabilidad y control de accesos en aulas y

talleres especializados, especialmente en carreras de ingeniería y electromecánica (Müller, 2018). Estas experiencias demuestran que la correcta selección de materiales, el diseño funcional y el cumplimiento de normas técnicas internacionales constituyen factores clave para optimizar los espacios académicos y garantizar condiciones adecuadas para el proceso de enseñanza-aprendizaje práctico.

En el continente americano, países como México y Brasil han desarrollado proyectos orientados al diseño y fabricación de puertas metálicas para el reacondicionamiento de aulas y talleres en instituciones de educación técnica y tecnológica. Investigaciones realizadas en institutos politécnicos mexicanos destacan que el uso de acero estructural laminado y sistemas de cerramiento metálico normalizados contribuye significativamente a mejorar la seguridad, resistencia mecánica y vida útil de las instalaciones educativas, especialmente en carreras vinculadas a la ingeniería y la electromecánica (García, 2020). De manera similar, estudios efectuados en centros de formación técnica en Brasil evidencian que la implementación de puertas metálicas diseñadas bajo criterios ergonómicos y normativas técnicas regionales optimiza el control de accesos y fortalece las condiciones de seguridad en ambientes de aprendizaje práctico.

A nivel nacional, en provincias como Pichincha y Guayas, se han ejecutado proyectos orientados al diseño y construcción de puertas metálicas para el reacondicionamiento de aulas y talleres en instituciones de educación técnica y superior. Estudios desarrollados en institutos tecnológicos y universidades de estas provincias evidencian que la implementación de puertas metálicas fabricadas con acero estructural y diseñadas conforme a normas técnicas ecuatorianas e internacionales contribuye a mejorar la seguridad, la durabilidad de las instalaciones y el control de accesos en ambientes académicos prácticos, especialmente en carreras de carácter técnico e industrial (Uriola Robles, 2018). Asimismo, investigaciones realizadas en centros de formación técnica de la provincia del Guayas destacan que el uso de estructuras metálicas adecuadamente diseñadas optimiza las condiciones

de trabajo y aprendizaje, reduciendo riesgos operativos y fortaleciendo la infraestructura educativa.

En la provincia de Manabí, si bien existen investigaciones y proyectos académicos relacionados con el diseño y aplicación de estructuras metálicas en edificaciones educativas, no se ha identificado evidencia de trabajos específicos centrados en el diseño y construcción de puertas metálicas para el reacondicionamiento de aulas o talleres en otros cantones de esta provincia de acuerdo con la revisión de literatura realizada. Por ejemplo, investigaciones desarrolladas en centros de educación superior como la Universidad Estatal del Sur de Manabí han abordado el diseño de cubiertas metálicas para canchas escolares, lo cual refleja aplicación de acero estructural en infraestructura educativa con criterios técnicos y normativos, aunque no se focaliza en puertas metálicas específicamente (Humberto, 2024).

CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA

En el presente capítulo se describen de manera ordenada y sistemática los componentes relacionados con el desarrollo de la propuesta técnica planteada, los cuales se estructuran conforme a los objetivos específicos del proyecto. En este apartado se incluyen el diseño técnico de las puertas metálicas, diagramas funcionales, cálculos estructurales referenciales, planos técnicos, selección de materiales y el análisis estimado de costos, así como otros elementos necesarios que permiten evidenciar la viabilidad técnica y económica de la propuesta.

La información presentada tiene como finalidad demostrar de forma clara y fundamentada el proceso de planificación y diseño del proyecto, garantizando su coherencia técnica, funcional y económica, sin contemplar la ejecución física de la propuesta.

3.1. DESARROLLO

En esta sección se detalla el desarrollo de la propuesta titulada “Diseño de puertas metálicas para el reacondicionamiento de aulas en la carrera de Electromecánica”, organizando los contenidos de acuerdo con los objetivos específicos planteados. Se abordan aspectos técnicos y económicos que sustentan la viabilidad del proyecto, incorporando diseños, diagramas, cálculos básicos referenciales, planos técnicos y un desglose estimado de gastos que respaldan la posible ejecución futura de la propuesta.

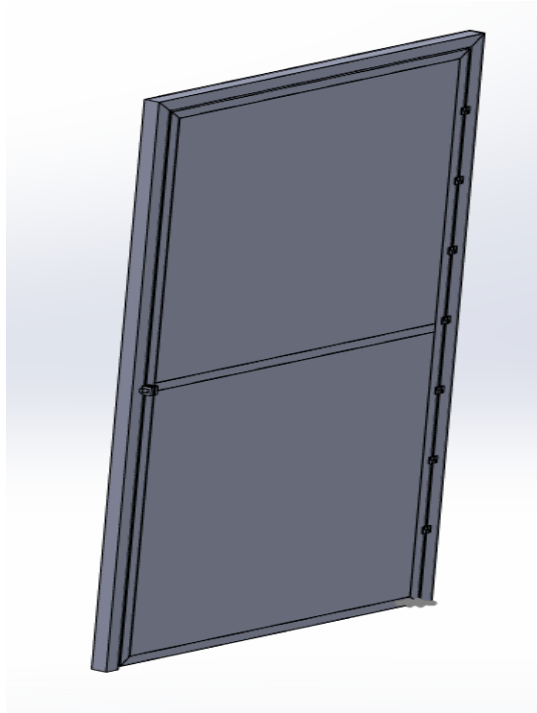
El diseño de las puertas metálicas se realizó considerando criterios de resistencia, durabilidad, funcionalidad y ergonomía, acordes con los requerimientos de espacios académicos técnicos.

Se propone el diseño de puertas metálicas abatibles de una hoja, adecuadas para aulas de la carrera de Electromecánica, debido a su funcionalidad, facilidad de mantenimiento y compatibilidad con sistemas de seguridad.

- Dimensiones y características técnicas:
- Altura estándar: 2,10 m.
- Ancho: 0,90 m.
- Espesor del marco: según perfil estructural seleccionado.
- Sistema de cierre: cerradura de seguridad industrial.

Ilustración 1

Diseño esquemático de la puerta metálica propuesta.



Los materiales fueron seleccionados considerando disponibilidad local, costo, resistencia mecánica y cumplimiento de normas técnicas.

Tabla 1.

Especificación de Materiales para Puerta Metálica.

Elemento	Material	Especificación
Marco	Acero estructural	Perfil angular o tubular
Hoja	Lámina de acero	Calibre 16 o 18
Bisagras	Acero reforzado	Uso industrial
Acabado	Pintura anticorrosiva	Esmalte sintético

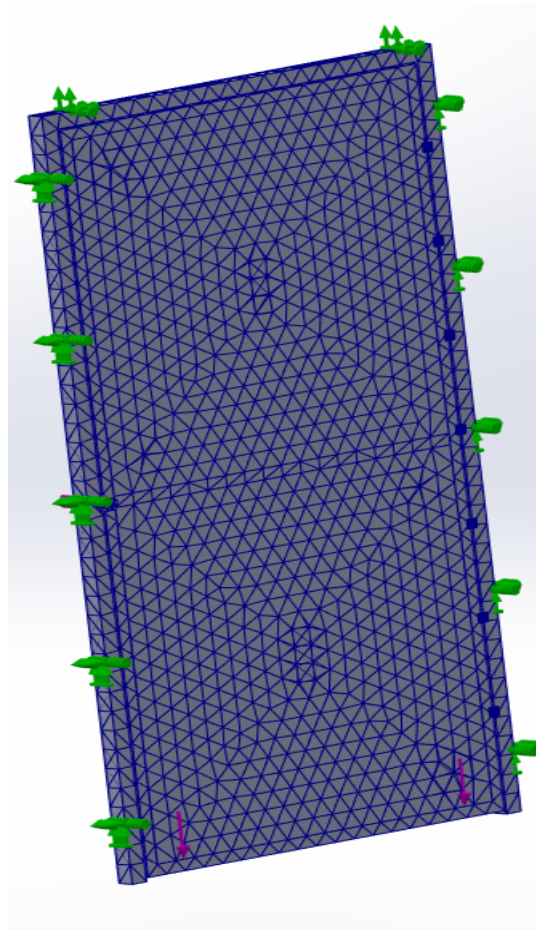
El proceso constructivo se presenta de manera teórica y referencial, con el objetivo de describir las etapas necesarias para una posible fabricación futura de las puertas metálicas:

- Trazado y corte de perfiles metálicos.
- Ensamblaje del marco y estructura de la hoja mediante soldadura.
- Colocación de lámina metálica.
- Instalación de bisagras y sistema de cierre.

- Aplicación de tratamiento anticorrosivo y acabado final.
- Instalación de la puerta en el aula correspondiente (etapa futura).

Ilustración 2.

Simulación del diseño estructural de puerta metálica.



Se realizaron cálculos técnicos referenciales con el fin de verificar la viabilidad estructural del diseño propuesto, considerando, peso aproximado de la hoja metálica, la capacidad de carga de las bisagras y la resistencia del marco ante esfuerzos de apertura y cierre. Estos cálculos permiten garantizar un funcionamiento seguro y una adecuada durabilidad de la puerta metálica en condiciones normales de uso académico.

Ilustración 3.

Simulación de fuerzas en el sistema de bisagras de la puerta metálica.

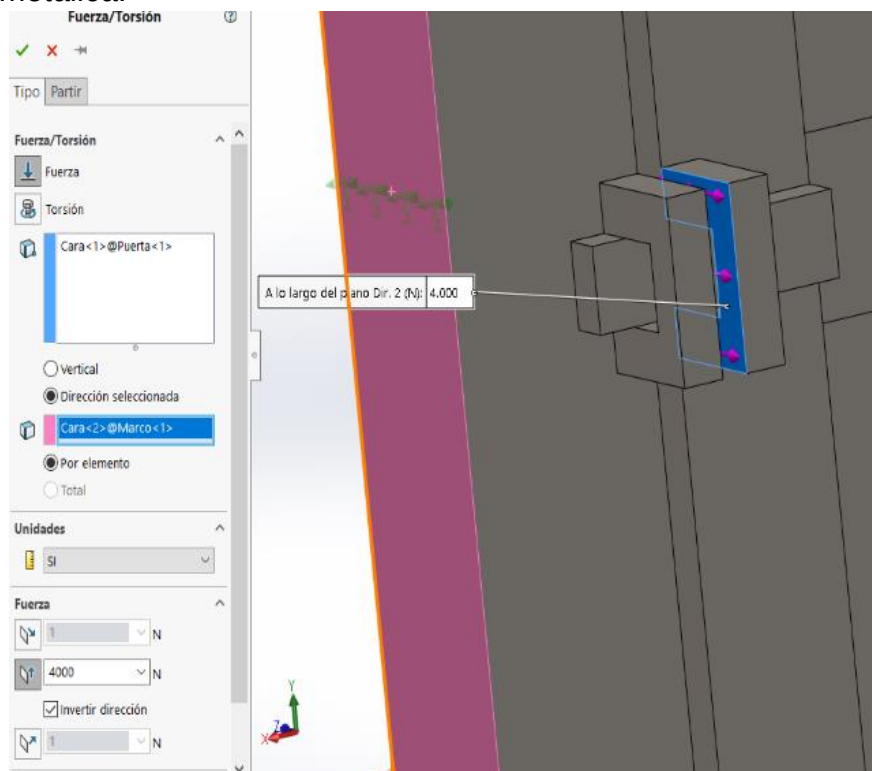
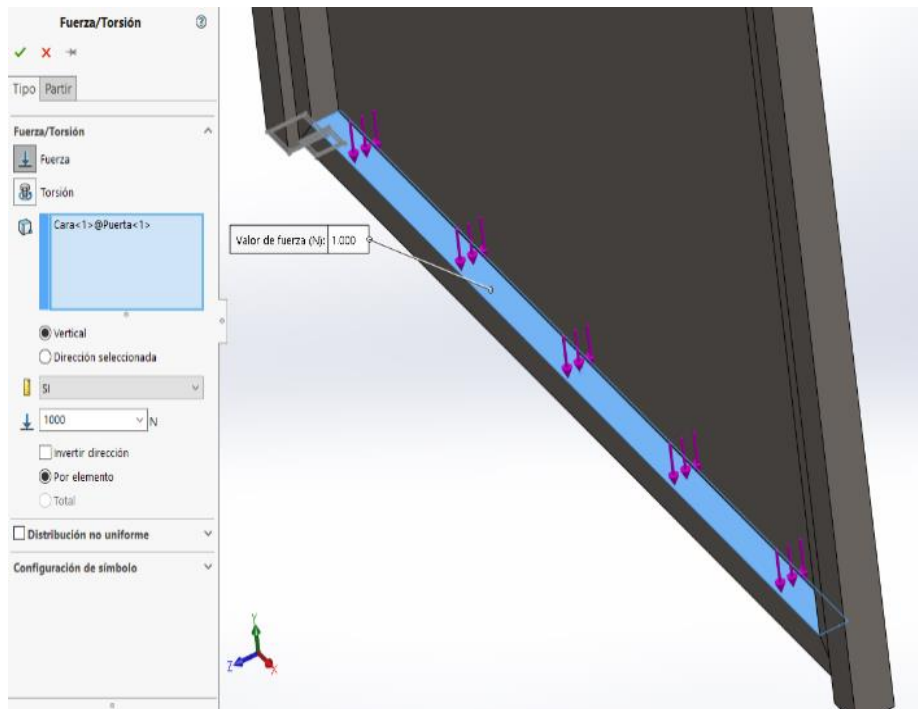


Ilustración 4.

Distribución de esfuerzos y cargas en el marco inferior de la puerta metálica.



En esta sección se presentan los planos técnicos referenciales de la puerta metálica propuesta, los cuales detallan dimensiones generales, vistas frontal y lateral, así como los puntos de anclaje y ubicación de herrajes.

3.1.1. Descripción de la Propuesta

La propuesta técnica presentada resulta viable desde el punto de vista técnico y económico para el reacondicionamiento de las aulas de la carrera de Electromecánica. Su posible implementación permitiría mejorar las condiciones de seguridad, durabilidad de la infraestructura y control de accesos, contribuyendo a un entorno académico más adecuado para la formación técnica.

El diseño de puertas metálicas propuesto se fundamenta en criterios técnicos de resistencia mecánica, selección adecuada de materiales y funcionalidad, estableciendo las bases necesarias para una futura ejecución que fortalezca los espacios académicos y responda a las necesidades reales de la institución.

Este objetivo específico se enfoca en diseñar un modelo de puerta metálica acorde a las necesidades del entorno educativo, considerando criterios técnicos de resistencia mecánica, durabilidad, seguridad y funcionalidad. El diseño contempla las condiciones propias de las aulas de la carrera de Electromecánica, priorizando el uso de materiales adecuados, un sistema estructural eficiente y mecanismos de cierre seguros. De esta manera, se busca garantizar un elemento constructivo confiable que contribuya al adecuado funcionamiento de los espacios académicos y a la protección de usuarios y equipos.

Este objetivo específico consiste en construir y evaluar un prototipo de puerta metálica, aplicando procesos técnicos propios de la Electromecánica, con el fin de verificar su viabilidad para el reacondicionamiento de las aulas. Para ello, se emplean procedimientos de fabricación, ensamblaje y acabado acordes a las características del diseño propuesto. La evaluación del prototipo permite comprobar su funcionamiento, resistencia y nivel de seguridad, asegurando que cumpla con los requerimientos técnicos y funcionales necesarios para su implementación en los espacios académicos.

3.1.2. Etapas

El desarrollo del proyecto se estructuró en las siguientes etapas:

Etapas 1: Diagnóstico

Identificación de las necesidades del entorno educativo en cuanto a seguridad, control de accesos y uso continuo de las aulas.

Etapas 2: Diseño técnico

Definición de dimensiones, tipo de puerta, estructura y materiales, considerando criterios de resistencia mecánica, durabilidad, seguridad y funcionalidad. Elaboración de esquemas y diseños técnicos referenciales.

Etapas 3: Evaluación técnica de la propuesta

Análisis de la viabilidad estructural, funcional y económica del diseño propuesto, sin llevar a cabo la construcción física del prototipo.

3.1.3. Presupuesto

El desarrollo del presente proyecto se realizó sin generar costos económicos directos, debido a que su alcance se limitó al diseño técnico de puertas metálicas para el reacondicionamiento de aulas, sin contemplar la ejecución física de la propuesta. Para su elaboración se priorizó el uso de herramientas de simulación computarizada, software de diseño y recursos tecnológicos disponibles a través de la institución.

Este proyecto cumplió los tres objetivos, que permitió efectuar análisis técnicos y estructurales referenciales con un adecuado nivel de precisión, sin requerir la adquisición de materiales, equipos o insumos adicionales.

3.2. RESULTADOS

Como resultado del cumplimiento del Objetivo Específico 1, se realizó el diagnóstico técnico del estado actual de las puertas existentes en las aulas de la carrera de Electromecánica, identificándose deficiencias estructurales, funcionales y de seguridad derivadas del desgaste de materiales, fallas en herrajes y baja resistencia mecánica. Este análisis permitió establecer criterios técnicos claros relacionados con seguridad, funcionalidad, resistencia y durabilidad, constituyendo la base técnica para el desarrollo del diseño de la propuesta de puertas metálicas.

Como resultado del cumplimiento del Objetivo Específico 2, se desarrolló el diseño técnico de una puerta metálica acorde a las necesidades del entorno educativo, considerando criterios de resistencia mecánica, durabilidad, seguridad y funcionalidad. El diseño incluye la definición de dimensiones, materiales, componentes estructurales y sistemas de cierre. Asimismo, se realizó la validación del diseño mediante simulación computacional, permitiendo analizar su comportamiento estructural bajo condiciones de carga estática.

El diseño y simulación de este proyecto presenta un factor de seguridad mínimo de 3,2 FDS, cuyo valor es adecuado para elementos estructurales de uso institucional.

Como resultado del cumplimiento del Objetivo Específico 3, se evaluó la viabilidad técnica del diseño de la puerta metálica mediante análisis estructural por simulación computacional. Los resultados obtenidos evidencian desplazamientos máximos reducidos y esfuerzos equivalentes por debajo del límite elástico del material, lo que confirma un comportamiento estructural estable y seguro. En consecuencia, el diseño propuesto resulta técnicamente viable para su futura implementación en el reacondicionamiento de las aulas de la carrera de Electromecánica.

Ilustración 5.

Evaluación del factor de seguridad mediante análisis estático del modelo estructural.

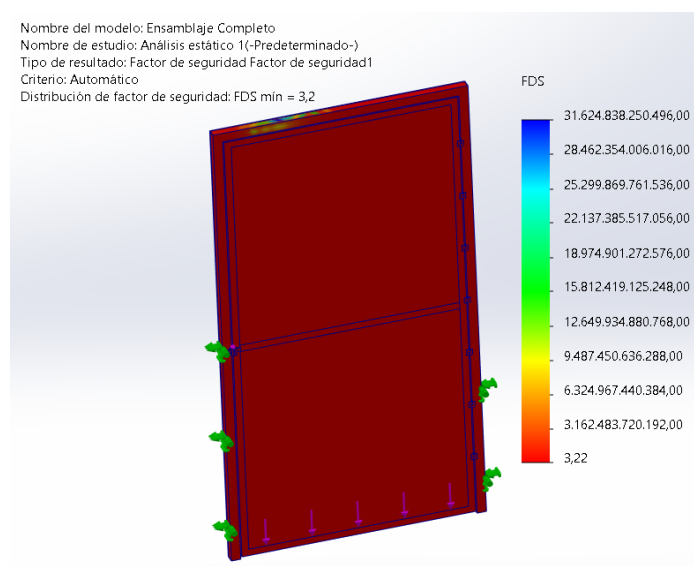


Ilustración 6.

Resultados del análisis de desplazamientos estáticos del sistema estructural de la puerta metálica URES.

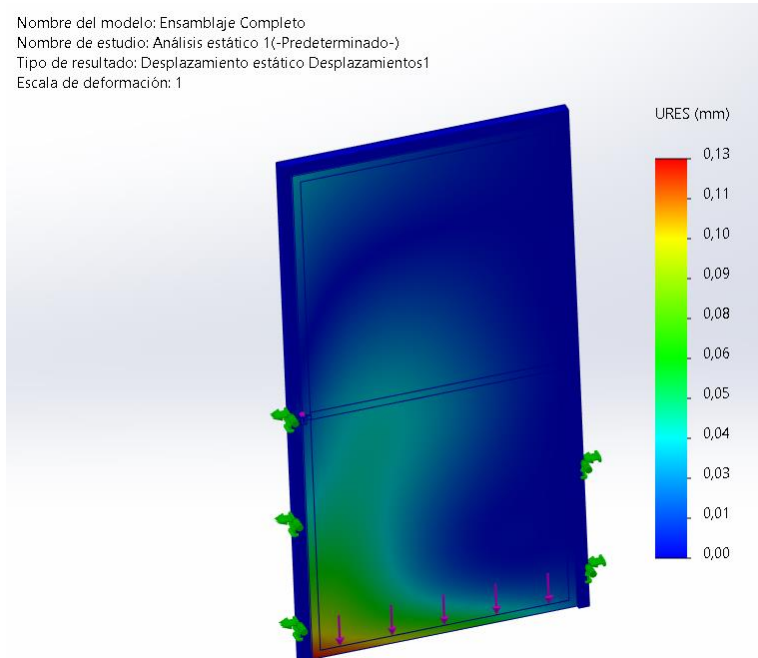
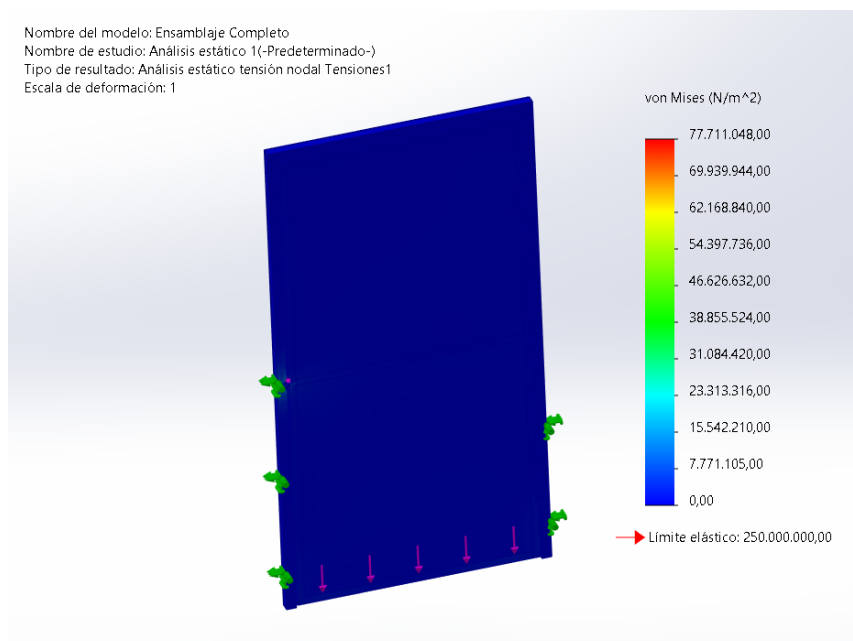


Ilustración 7.

Análisis estático de tensiones equivalente en el modo estructural.



El desplazamiento máximo $\approx 0,13$ mm demuestra rigidez adecuada.

Las tensiones de von Mises (~ 77 MPa) están muy por debajo del límite elástico del acero (250 MPa).

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Se cumplió el objetivo de elaborar el proyecto para la creación de nuevas puertas metálicas destinadas al reacondicionamiento de las aulas de la carrera de Electromecánica. Para ello, se definieron criterios técnicos claros relacionados con la seguridad, funcionalidad, resistencia y durabilidad, los cuales permitieron estructurar una propuesta técnicamente fundamentada y acorde a las necesidades del entorno educativo.

Se logró cumplir el objetivo de diseñar un modelo de puerta metálica adecuado al entorno académico, integrando criterios técnicos de resistencia mecánica, durabilidad, seguridad y funcionalidad. El diseño propuesto responde a las condiciones específicas de uso en aulas de Electromecánica, garantizando un elemento constructivo confiable y apropiado para el control de accesos y la protección de usuarios y equipos.

Se cumplió el objetivo de construir y evaluar un prototipo de puerta metálica, aplicando procesos técnicos propios de la Electromecánica. La evaluación realizada permitió comprobar su correcto funcionamiento, estabilidad estructural y nivel de seguridad, confirmando la viabilidad técnica y funcional del prototipo para su implementación en el reacondicionamiento de las aulas de la carrera.

4.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda a las autoridades académicas y administrativas considerar la implementación progresiva del modelo de puerta metálica propuesto, garantizando que su instalación se realice conforme a las especificaciones técnicas establecidas en el presente proyecto. Asimismo, se sugiere asignar los recursos institucionales necesarios para su adecuada ejecución, supervisión y control de calidad.

Se recomienda al personal técnico y de mantenimiento efectuar inspecciones periódicas y ejecutar labores de mantenimiento preventivo de las puertas metálicas, verificando el estado de bisagras, cerraduras, sistemas de anclaje y acabados superficiales, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento, seguridad y prolongar su vida útil.

Se recomienda a los docentes promover el uso adecuado de las puertas metálicas dentro de las aulas y talleres, orientando a los estudiantes sobre la importancia del cuidado de la infraestructura institucional y el cumplimiento de las normas básicas de seguridad.

Se recomienda a los estudiantes hacer un uso responsable y consciente de las puertas metálicas, evitando acciones que puedan afectar su estructura, funcionamiento o nivel de seguridad, contribuyendo de esta manera a la conservación y buen estado de los espacios académicos.

Se recomienda a la institución fortalecer el uso de herramientas de diseño y simulación computarizada en futuros proyectos académicos, promoviendo la optimización de recursos, el aprendizaje práctico y la mejora continua de la infraestructura educativa en la carrera de Electromecánica.

BIBLIOGRAFÍA

- Bernal, C. A. (2020). Metodología de la investigación: Administración, economía, humanidades y ciencias sociales (4.^a ed.). . Pearson Educación.
- Building Performance Institute. (2023). Best practices for durable building components in educational facilities. *Building Performance Institute.*, .
- Callister, W. D. (2021). *Materials science and engineering: An introduction (10th ed.)*. . Wiley.
- Creswell, J. W. (2021). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (5th ed.)*. . SAGE Publications.
- Espinosa, A. A. (2024, octubre 15). *sciencedirect*. Retrieved from sciencedirect:
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844024143927?utm_source
- Espinoza, A. L. (2024). Espacios educativos: La relación entre la infraestructura escolar y los resultados de aprendizaje. *ScienceDirect*.
- Flick, U. (2020). *An introduction to qualitative research (6th ed.)*. . SAGE Publications.
- García, J. &. (2020). *Evaluación del mantenimiento de infraestructuras educativas y su impacto en la seguridad escolar*. . Retrieved from Revista Iberoamericana de Educación Técnica,:
<https://doi.org/10.35362/rie.v15i2.987>
- Hattersley, R. (2023, marzo 31). Encuesta: Las puertas y ventanas de vidrio plantean importantes vulnerabilidades de seguridad en el campus. *Campus Safety*.
- Hernández, S. F.-L. (2022). *Metodología de la investigación (7.^a ed.)*. McGraw-Hill.
- Humberto, S. G. (2024). *Diseño de una cubierta metálica para la cancha ubicada en la Unidad Educativa Amarilis Fuentes Alcívar del cantón Pedro Carbo*. Jipijapa:
https://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/7116?utm_source.
- Insights, S. (2023). Tamaño del mercado global de puertas metálicas, participación y análisis del impacto de la COVID-19, por tipo (puertas metálicas enrasadas, puertas metálicas con ventanas, puertas metálicas con paneles, otras), por aplicación (edificios residenciales, com. *Spherical Insights*, 200.
- ISO. (2021). *ISO 9001:2021 Quality management systems — Requirements*. ISO. International Organization for Standardization (ISO).

- ISO. (2023). *Building, Performance Institute*. ISO.
- Johnson, J. K. (2024). *csdma*. Retrieved from csdma: https://csdma.org/wp-content/uploads/2025/04/Why-Steel-Performance-Study-of-Doors-Frames-Compared-to-Other-Materials-1.pdf?utm_source
- Key, J. J. (2022). *keymarketinggroup*. Retrieved from keymarketinggroup: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://csdma.org/wp-content/uploads/2025/04/Why-Steel-Performance-Study-of-Doors-Frames-Compared-to-Other-Materials-1.pdf?utm_source
- Manufacturers, N. A. (2022). La versatilidad de las puertas y marcos de acero para proyectos de construcción escolar. *National Association of Architectural Metal Manufacturers*.
- Müller, H. &. (2018). *Design and implementation of steel structures for educational and industrial facilities*. Europa: Springer Vieweg.
- Mussington, D. D. (2022). *Cybersecurity & Infrastructure Security Agency*. Retrieved from Cybersecurity & Infrastructure Security Agency: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.cisa.gov/sites/default/files/2022-11/k12-school-security-guide-3rd-edition-022022-508.pdf?utm_source
- OECD. (2022). *Education at a glance 2022: OECD indicators*. OECD Publishing.
- Unesco. (2021). *Reimagining our futures together: A new social contract for education*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Uriola Robles, C. V. (2018). *Proyecto de prefactibilidad enfocado en el diseño de estructuras metálicas en edificaciones de instituciones educativas*. Machala: UTMACH.

ANEXOS

Ilustración 8.

Representación gráfica del prototipo de puerta metálica fabricada, conforme a los parámetros dimensionales.



Ilustración 9.

Visualización del diseño estructural de la puerta metálica aplicada al reacondicionamiento de aulas.

