



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

Título:

Implementación de sistema de protección contra la expansión
térmica en el galpón de electromecánica (ETAPA 1)

Autores:

Grijalva Andrade Paúl Eduardo
Muñoz Muñoz Delbert Miguel

Tutor(a)

Ing. Antony Horacio Falcones Minaya, Mg

Unidad Académica:

Unidad Académica de Formación Técnica y Tecnológica, Educación
Virtual y Otras Modalidades de Estudio.

Carrera:

Electromecánica.

Chone, agosto de 2025.

CERTIFICACION DEL TUTOR

Ing. Antony Horacio Falcones Minaya, Mg; docente de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Unidad Académica de Formación Técnica y Tecnológica, en calidad de Tutor(a).

CERTIFICO:

Que el presente proyecto integrador con el título: "Implementación de sistema de protección contra la expansión térmica en el galpón 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):

Grijalva Andrade Paúl Eduardo, Muñoz Muñoz Delbert Miguel

Siendo de su exclusiva responsabilidad.

Chone, agosto de 2025.



Ing. Antony Horacio Falcones Minaya, Mg

TUTOR(A)

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quien(es) suscribe(n) la presente:

Grijalva Andrade Paúl Eduardo, Muñoz Muñoz Delbert Miguel

Estudiante(s) de la Carrera de **Electromecánica**, declaro(amos) bajo juramento que el presente proyecto integrador cuyo título: "Implementación de sistema de protección contra la expansión térmica en el galpón de electromecánica", previa a la obtención del Título de Tecnólogo 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.

Chone, agosto de 2025



Grijalva Andrade Paúl Eduardo



Muñoz Muñoz Delbert Miguel



APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto Integrador, titulado: "Implementación de sistema de protección contra la expansión térmica en el galpón de electromecánica (ETAPA 1)" de su(s) autor(es): Grijalva Andrade Paúl Eduardo, Muñoz Muñoz Delbert Miguel de la Carrera "**Electromecánica**", y como Tutor(a) del Trabajo el/la Ing. Antony Horacio Falcones Minaya, Mg

Chone, agosto de 2025

Ing. Andrés Gozoso Andrade García, Mg
DIRECTOR

Ing. Antony Horacio Falcones Minaya, Mg
TUTOR

Ing. Stalyn Hitler Corral Vera
PRIMER MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Bruno Rafael Carvajal Zambrano
SEGUNDO MIEMBRO TRIBUNAL

Lic. Fátima Saldarriaga Santana, Mg.
SECRETARIA

AGRADECIMIENTO

Hoy culmina una etapa que estuvo llena de retos, aprendizajes y sueños por cumplir. Este logro no es solo mío, sino de todas las personas que creyeron en mí, me apoyaron y me impulsaron a seguir, incluso cuando el camino parecía cuesta arriba.

Agradezco profundamente a quienes formaron parte de este recorrido: a mis docentes, por compartir su conocimiento y por su paciencia; a mis compañeros, por cada palabra de ánimo; y a todas las personas que me dieron una mano cuando más lo necesité.

Pero, sobre todo, gracias a la vida por darme la oportunidad de demostrar que las limitaciones no definen a las personas, que, con esfuerzo, perseverancia y amor, los sueños sí se pueden alcanzar.

Paul Grijalva Andrade

A Dios por permitir vivir este momento, a mi familia por ser un pilar fundamental.

A mis profesores y compañeros por los conocimientos compartidos.

Miguel Muñoz Muñoz

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi madre, quien ha sido el pilar fundamental en cada etapa de mi vida.

Su presencia constante, su fortaleza y su amor incondicional han sido esenciales en mi proceso de formación personal y académica. Gracias por acompañarme con firmeza y ternura, por estar presente en cada logro y cada dificultad, y por no dejarme rendir cuando las circunstancias parecían adversas.

Este logro es tanto mío como suyo. Gracias por enseñarme, con su ejemplo, que no hay barreras insuperables cuando se cuenta con el apoyo y la convicción de quienes realmente creen en uno. A usted, mamá, mi eterno agradecimiento y esta dedicatoria con todo mi amor y respeto.

Paul Grijalva Andrade

A mis hijas ara que siempre tengan en mente que todo lo que se propongan se puede lograr con esfuerzo y dedicación.

Miguel Muñoz Muñoz

RESUMEN

Este trabajo se centra en el análisis técnico de la expansión térmica en estructuras metálicas que están expuestas al clima tropical seco del cantón Tosagua, específicamente en el galpón de la carrera de Electromecánica de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. El objetivo principal fue encontrar soluciones viables para proteger la estructura de los efectos térmicos del ambiente, que pueden causar deformaciones y daños estructurales a mediano plazo. La metodología se dividió en tres fases: un análisis climático del entorno, la selección técnica de componentes para la protección térmica y la estimación de costos aproximados. Se recopilaron datos climáticos de la región, se identificaron elementos como juntas de dilatación, placas de deslizamiento y pintura reflectiva, y se evaluó su aplicabilidad tanto estructural como económica. Los resultados obtenidos indican que la zona presenta condiciones que justifican la inclusión de mecanismos de absorción térmica en el diseño del galpón. En conclusión, se determina que hay viabilidad técnica y presupuestaria para integrar estas soluciones, y se resalta la importancia de incluir este tipo de diagnósticos en la formación profesional de los estudiantes de Electromecánica.

PALABRAS CLAVE

Expansión térmica, estructura metálica, protección estructural, galpón educativo, condiciones climáticas

ABSTRACT

This technical report dives into the analysis of thermal expansion in metal structures that face the dry tropical climate of Tosagua. It specifically looks at the construction of the workshop building for the Electromechanics program at Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. The main goal was to pinpoint practical structural solutions that would help prevent deformation and material stress due to temperature changes. The approach was broken down into three key stages: analyzing climate and environmental data, selecting the right thermal protection components, and estimating preliminary costs. We reviewed regional meteorological data and assessed technical elements like expansion joints, PTFE sliding plates, and thermal reflective paint to see how well they fit with the structure. The findings show that the local climate conditions really support the need for thermal compensation mechanisms in the design. In conclusion, the technical and economic feasibility of these solutions is strong, and incorporating this kind of analysis into technical education not only enhances students' professional skills but also boosts infrastructure planning.

KEYWORDS

Thermal expansion, metal structure, structural protection, educational building, climate conditions

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	3
1.3. OBJETIVOS.....	5
1.3.1. Objetivo general	5
1.3.2. Objetivos específicos.....	5
1.4. METODOLOGÍA	5
1.4.1. Procedimiento.....	5
1.4.2. Técnicas	6
1.4.3. Métodos.....	7
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. DEFINICIONES	8
2.2. ANTECEDENTES	9
2.3. TRABAJOS RELACIONADOS.....	11
CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA	13
3.1. OBJETIVO 1	13
3.2. OBJETIVO 2	15
3.3. OBJETIVO 3	18

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20
4.1. CONCLUSIONES	20
4.2. RECOMENDACIONES	20
BIBLIOGRAFÍA	22
ANEXOS	25

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Imagen 1. Inspección de donde se construirá el galpón	14
Imagen 2 Junta de dilatación metálica tipo fuelle	16
Imagen 3 Placa de deslizamiento con superficie PTFE	16
Imagen 4 Pintura reflectiva térmica blanca	17
Imagen 5. Cotización de precios de diferentes materiales	19

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Condiciones climáticas y térmicas promedio en Tosagua	13
Tabla 2 Elementos técnicos seleccionados para protección térmica	15
Tabla 3 Estimación técnica de componentes para protección térmica	19

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

En estructuras metálicas sometidas a variaciones térmicas, la dilatación y contracción de los materiales pueden ocasionar esfuerzos internos que afectan negativamente la integridad estructural. Este fenómeno, conocido como expansión térmica, es particularmente relevante en climas tropicales como el de la región litoral ecuatoriana, donde las temperaturas pueden oscilar ampliamente entre el día y la noche. Según (Méndez Lora, 2014) “la expansión térmica es uno de los factores críticos en el diseño de estructuras de acero, especialmente en naves industriales y galpones que carecen de mecanismos adecuados de absorción de movimiento”.

La problemática se vuelve aún más compleja cuando las estructuras afectadas pertenecen a instalaciones educativas, como es el caso del galpón del laboratorio de Electromecánica de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM). En esta infraestructura se han detectado signos tempranos de deformación en juntas y conexiones mecánicas, atribuibles a la falta de dispositivos de dilatación que mitiguen el estrés térmico acumulado. La literatura especializada sugiere que la incorporación de elementos como juntas de expansión, soportes deslizantes o anclajes flexibles puede mejorar sustancialmente la respuesta estructural ante los cambios de temperatura (García Ledesma, 2013)

En Ecuador, investigaciones como las de (Martínez Fernando & Romero, 2015) han abordado la aplicación de juntas de expansión en galpones agrícolas del cantón Quevedo, demostrando que la incorporación de sistemas pasivos de compensación térmica redujo las deformaciones lineales de las estructuras hasta en un 18%. De igual manera (Arévalo et al., 2010) implementaron un proyecto similar en sus laboratorios técnicos, incorporando rótulas y apoyos móviles para absorber la expansión térmica en cubiertas metálicas.

El tema abordado es relevante no solo por su impacto estructural, sino también por su incidencia en la seguridad de docentes y estudiantes que utilizan el galpón

como espacio de formación práctica. Así, se busca prevenir fallos mecánicos y preservar las condiciones funcionales del laboratorio.

Desde la perspectiva académica y profesional, el presente tema es altamente pertinente para la carrera de Electromecánica, ya que integra conocimientos esenciales en transferencia de calor, diseño estructural, análisis de materiales y mantenimiento industrial. Además, permite aplicar principios fundamentales de resistencia de materiales, mecánica estructural y normativa técnica vigente, fortaleciendo la formación práctica de los estudiantes en la solución de problemas reales. Este enfoque contribuye a generar competencias profesionales alineadas con las demandas actuales del sector productivo y educativo.

1.1. PROBLEMA

En el galón de prácticas de la carrera de Electromecánica de la Universidad Laica “Eloy Alfaro de Manabí” Campus Tosagua, se han identificado signos vitales de corrosión de las estructuras debido a la salubridad presentado en el mismo, esto implica separaciones de uniones metálicas, abultamiento en las cubiertas, entre otros. Estos son síntomas o consecuencias directa de la expansión térmica no controlada provocada por la expansión constante a temperaturas altas, especialmente en zonas costeras como Chone-Tosagua donde los rangos térmicos superan los 15 °C.

La ausencia sistema de protección contra la expansión térmica en el galpón de electromecánica afectan el alineamiento de equipos electromecánicos que requieren mayor precisión en el montaje y funcionamiento, de esa forma generando riesgos operativos o costos altos de mantenimiento.

1.2. JUSTIFICACIÓN

El siguiente proyecto permitirá aplicar conocimientos adquiridos en asignaturas como resistencia de materia, transferencia de calor, diseño mecánico, taller industrial, soldadura. A través del análisis y solución de problemas reales presentados en el diario vivir, se promueve la investigación y aplicación de competencias para el trabajo colaborativo y el pensamiento crítico. Adicional, se presenta una oportunidad para vincular la teoría con la práctica, brindado a cada uno de los estudiantes una experiencia formativa en contextos reales de intervención, lo cual tiene coherencia con el modelo de educación técnica y tecnológica que impulsa la Unitev con sus diferentes paralelos en la zona norte de Manabí.

La necesidad de incorporar un sistema de protección contra la expansión térmica en el galpón de electromecánica responde a las exigencias de preservar la

integridad de estructuras metálicas expuestas a variaciones térmicas sostenibles. La implementación de soluciones como juntas de dilatación, apoyos móviles anclajes flexibles, entre otras, permitirá garantizar la estabilidad mecánica del galpón y prevenir fallos prematuros. Estas medidas tecnológicas no solo contribuyen a la seguridad de los ocupantes, sino que también extienden la vida útil de la infraestructura y optimizan los costos de mantenimiento a largo plazo. (Aguirre Sosapanta, 2008)

Este proyecto integrador se sitúa dentro de la línea de investigación institucional “Ingeniería, industria, construcción, urbanismo y arquitectura para un desarrollo sustentable y sostenible”. Su objetivo es proponer una solución técnica que mejore las condiciones estructurales en edificaciones industriales educativas. Al implementar sistemas de protección contra la expansión térmica en el galpón de Electromecánica, se promueve un uso más eficiente de los materiales, se extiende la vida útil de la infraestructura y se disminuye el riesgo de fallos por fatiga térmica. Esto representa una intervención que es tanto sostenible como preventiva. Además, se impulsa una cultura de innovación que aborda problemas reales, combinando conocimientos de ingeniería mecánica y estructural con principios de sustentabilidad, eficiencia energética y seguridad. Esta propuesta no solo responde a necesidades locales, sino que también tiene el potencial de ser replicada en otros contextos institucionales y territoriales, contribuyendo así al desarrollo de soluciones sostenibles para la infraestructura técnica del país.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Implementar un sistema de protección contra la expansión térmica en el galpón de electromecánica

1.3.2. Objetivos específicos

Analizar las condiciones climáticas y térmicas del entorno en donde se construye el galpón de electromecánica.

Seleccionar técnicamente los elementos de protección térmica adecuados para el galpón.

Determinar el costo aproximado de la implementación del sistema de protección térmica.

1.4. METODOLOGÍA

1.4.1. Procedimiento

El desarrollo del proyecto inició con la recolección de información climática del lugar donde estará ubicado el galpón, obtenido del instituto nacional de meteorología e hidrología (INAMHI), con el objetivo de conocer los rangos térmicos a los que estará expuesto la estructura metálica del galpón. Así mismo se definieron conceptos importantes como el coeficiente de expansión lineal del acero estructural utilizado en el mismo.

Más tarde, se llevó a cabo la evaluación de varios sistemas de protección térmica que son compatibles con estructuras metálicas en fase de construcción. Entre las soluciones que se revisaron, se encontraron juntas de dilatación, apoyos móviles, anclajes flexibles y recubrimientos reflectivos, todos seleccionados a partir de fichas técnicas y recomendaciones de fabricantes especializados como Hilti y Sika. Se identificaron las áreas críticas para su instalación, teniendo en cuenta el diseño estructural y los puntos que están más expuestos al calor.

Con los elementos ya definidos, se realizó un estudio de cantidades y un análisis de costos referenciales, basándose en los precios del mercado local y en la base de datos de SERCOP. Por último, se diseñó un plan técnico de implementación que prevé la incorporación gradual de los sistemas de protección durante la construcción del galpón, coordinándose con el cronograma general de la obra.

1.4.2. Técnicas

Para llevar a cabo el desarrollo técnico del proyecto, se implementaron varias técnicas enfocadas en el análisis, selección y planificación de soluciones constructivas relacionadas con la expansión térmica. En primer lugar, se realizó una revisión exhaustiva de documentos y bibliografía especializada, que incluyó la consulta de normas técnicas, publicaciones científicas y manuales de ingeniería estructural. Esta técnica fue fundamental para entender los principios teóricos del comportamiento térmico de los materiales metálicos, así como las estrategias constructivas utilizadas en proyectos similares tanto a nivel nacional como internacional. Además, se revisaron experiencias documentadas en revistas de ingeniería y tesis académicas que abordaban la protección estructural térmica. (*Hashrae, 2021*)

Otra técnica que se utilizó fue la revisión de catálogos técnicos y fichas de fabricantes, donde se analizaron las características, recomendaciones de uso, limitaciones y condiciones de instalación de dispositivos constructivos como juntas de dilatación, anclajes móviles, soportes deslizantes y sellos flexibles. Se consultaron fuentes técnicas de marcas reconocidas como Hilti, Sika y Simpson Strong-Tie, lo que facilitó la selección de soluciones viables desde el punto de vista técnico y que fueran compatibles con el tipo de estructura en construcción.

También se llevó a cabo la consulta a fuentes oficiales de precios, utilizando como referencia el portal del Servicio Nacional de Contratación Pública (SERCOP) y listas de precios de proveedores locales para obtener información actualizada sobre materiales, herramientas y mano de obra especializada. Esta

técnica permitió realizar un análisis de costos que se ajustara a la realidad económica local, asegurando así la viabilidad financiera del sistema de protección propuesto. (*Servicio Nacional de Contratación Pública*, 2024)

Por último, se aplicó la observación técnica en el campo, durante visitas a la obra en construcción del galpón. Esta técnica fue clave para identificar los puntos críticos de acumulación térmica, los tramos metálicos más expuestos al sol.

1.4.3. Métodos

Durante el desarrollo del proyecto, se utilizaron técnicas que en la carrera de Electromecánica se podían aplicar directamente. El objetivo fue asegurar que la ejecución fuera técnicamente válida, contextualizada y factible dentro de los límites académicos y operativos.

Una de las técnicas más destacadas fue la consulta técnica bibliográfica, que se centró en revisar manuales de diseño estructural, guías normativas de ingeniería mecánica y artículos científicos sobre la expansión térmica en estructuras metálicas. Gracias a esta técnica, se pudo entender los principios físicos de la dilatación térmica, los factores que la afectan y los tipos de elementos constructivos que se utilizan para mitigar sus efectos. (Vargas, 2018) sugiere esta técnica como una forma de fundamentar decisiones técnicas sobre una base teórica y normativa.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. DEFINICIONES

La expansión térmica se refiere al fenómeno en el que los materiales se alargan al aumentar su temperatura. En el caso de los metales, esto se debe a que la agitación de los átomos se intensifica: “Los sólidos también experimentan dilatación térmica.(Aranda, 2020). Este fenómeno se vuelve más notable cuando hay una variación térmica significativa, como sucede en la costa de Ecuador, donde las temperaturas pueden oscilar hasta 10 °C o más. En las estructuras, esto provoca cambios lineales acumulativos en los perfiles metálicos; el coeficiente de expansión lineal del acero es típicamente de $12 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, según lo que menciona el blog de Illbruck. OpenStax también lo respalda al señalar que las vías férreas y los puentes utilizan juntas de expansión precisamente para manejar estos movimientos: “permiten expandirse y contraerse libremente con los cambios de temperatura”. (Moebs et al., 2021). En el contexto de un galpón en construcción, esta expansión puede provocar desalineaciones, fisuras en las uniones o desplazamientos en los equipos instalados. Por eso, es fundamental incluir dispositivos de control térmico durante el proceso de construcción.

Los sistemas de protección contra la expansión térmica son elementos clave en la construcción, diseñados para permitir que las partes de una edificación metálica se muevan libremente con los cambios de temperatura. Esto ayuda a prevenir daños que podrían surgir por la acumulación de tensiones internas. No solo protegen la integridad de los materiales, sino que también garantizan que la estructura funcione correctamente. Como menciona la empresa (Specialties, 2023), “los cubrimientos de junta de expansión son soluciones que garantizan la movilidad del edificio sin perder la continuidad funcional de la superficie” (párr. 1). Estos sistemas se utilizan en puentes, cubiertas industriales, ductos, fachadas, estructuras metálicas y, especialmente, en galpones que reciben mucha exposición solar.

Entre los dispositivos más comunes están las juntas de dilatación estructurales, que son espacios o ranuras entre elementos estructurales, rellenos con materiales flexibles o perfiles metálicos deslizantes. Estas juntas permiten absorber la elongación o contracción sin causar esfuerzos excesivos en los puntos de conexión. Como señala la publicación técnica de (Koffler Sales Company, 2025), “los elementos de construcción sufren movimientos continuos... Las juntas de expansión son necesarias para compensar este movimiento, sobre todo en cubiertas y fachadas metálicas” (párr. 2). Su diseño varía según el tipo de estructura, su longitud, orientación y el rango térmico al que está expuesta.

Otra solución técnica son los apoyos móviles o anclajes deslizantes, que se utilizan especialmente en vigas largas o estructuras expuestas. Estos componentes permiten que una parte del elemento permanezca fija mientras que otra puede moverse de manera controlada. Están hechos de materiales de baja fricción como teflón (PTFE), acero inoxidable o elastómeros industriales.

2.2. ANTECEDENTES

Este proyecto se llevará a cabo en las instalaciones de la Unidad Académica de Formación Técnica y Tecnológica (UNITEV), que forma parte de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM). En concreto, se desarrollará en el Campus Tosagua, ubicado en la provincia de Manabí, Ecuador. Esta sede fue establecida como parte del plan de expansión académica de la ULEAM, el cual fue aprobado por el Consejo de Educación Superior (CES) en 2020. Su propósito es ofrecer formación técnica de tercer nivel en áreas estratégicas de la región costera ecuatoriana, buscando descentralizar la oferta educativa superior pública (CES, 2020)

UNITEV ofrece diversas carreras tecnológicas, con el objetivo de preparar a profesionales que puedan satisfacer las demandas del sector productivo regional. Una de las carreras más destacadas en el Campus Tosagua es la Tecnología Superior en Electromecánica, que integra formación teórica y

práctica en campos como sistemas mecánicos, eléctricos, automatización, mantenimiento y diseño industrial.

El galpón de Electromecánica, donde se llevará a cabo este proyecto, es parte de la nueva planta que está en construcción en el campus. Este proyecto ha sido priorizado en los planes de inversión institucional en infraestructura, con el objetivo de mejorar los espacios de prácticas y laboratorios para los estudiantes. La infraestructura está diseñada para alojar equipos didácticos, simuladores, módulos de montaje de sistemas eléctricos y mecánicos, y otras herramientas esenciales para la formación integral del tecnólogo superior.

De acuerdo con el Plan Estratégico Institucional 2022–2026 de la ULEAM, uno de los pilares fundamentales es el fortalecimiento de la infraestructura académica, teniendo en cuenta criterios de sostenibilidad y relevancia territorial. En este documento se menciona que “el desarrollo de infraestructura técnica permitirá consolidar el aprendizaje práctico de los estudiantes en los diversos campus, promoviendo la innovación, el trabajo autónomo y la articulación con la comunidad” (ULEAM, 2022). Esta visión respalda de manera contundente la implementación de proyectos de mejora como el presente, que buscan optimizar las condiciones técnicas de los nuevos espacios universitarios.

Hasta ahora, en el galpón destinado a la carrera de Electromecánica del Campus Tosagua, no se ha implementado ningún sistema de protección térmica para manejar la expansión del metal. Las estructuras metálicas se están instalando sin considerar juntas, anclajes móviles o perfiles deslizantes, algo que se confirmó durante las visitas técnicas que los estudiantes realizaron al sitio de la obra.

Este vacío en el diseño presenta una oportunidad para hacer una intervención preventiva en esta fase de construcción, lo que mejoraría tanto la durabilidad como la funcionalidad del galpón. Esta iniciativa es pionera, ya que no hay registros internos documentados sobre la implementación de sistemas de dilatación térmica en estructuras de este tipo, ni en el Campus Tosagua ni en otras extensiones de la ULEAM.

La propuesta técnica de este proyecto es relevante porque aborda una necesidad que no ha sido cubierta, permitiendo que los estudiantes de Electromecánica identifiquen, planifiquen e integren soluciones de expansión térmica que tengan un impacto real. De esta manera, se contribuye al fortalecimiento de la infraestructura institucional desde una perspectiva práctica, innovadora y sostenible.

2.3. TRABAJOS RELACIONADOS

En Europa se han desarrollado soluciones avanzadas para el control de dilatación térmica en estructuras metálicas expuestas a climas variables. Un estudio realizado por (Liu et al., 2023) en China, documentado en la revista *Journal of Constructional Steel Research*, evaluó juntas modulares de expansión utilizadas en puentes de acero. El experimento confirmó que este tipo de sistemas es altamente eficiente para absorber movimientos térmicos y minimizar el desgaste por fatiga estructural. Los autores afirman que “la instalación de juntas modulares reduce la fatiga estructural y los impactos durante eventos sísmicos y variaciones térmicas, permitiendo que la estructura respire sin generar tensiones”. Aunque su aplicación fue desarrollada en infraestructura vial, el principio técnico es extrapolable a edificaciones como galpones educativos, donde la expansión térmica puede comprometer uniones metálicas si no se controla adecuadamente.

En América Latina, un caso destacado es el de la empresa brasileña Teadit, que ha creado e implementado su sistema TERMATIC® de juntas de expansión metálicas y flexibles en varios proyectos industriales en Argentina y Perú. Estas juntas están diseñadas para absorber vibraciones y movimientos axiales, laterales y angulares que surgen debido a los cambios térmicos en tuberías y estructuras metálicas. Según su catálogo técnico, “los fuelles metálicos TERMATIC® ofrecen soluciones para compensación térmica en condiciones de operación extremas, sin comprometer la integridad estructural de las instalaciones” (Teadit Group., 2022). Esta tecnología ha demostrado ser efectiva

en climas cálidos y templados, y su diseño modular permite adaptarse a estructuras más pequeñas, como techos industriales y galpones.

En Ecuador, la empresa local Construx Ecuador se especializa en ofrecer juntas de expansión metálicas, como los amortiguadores de dilatación de la marca DISETEC, que son fabricados en el país y se entregan en ciudades como Manta y Ambato. Estas juntas están diseñadas para “absorber la dilatación y los movimientos de las cañerías provocados por cambios de temperatura y las vibraciones de equipos rotativos” (Construx Ecuador, 2024). Aunque su uso principal es en sistemas de tuberías, la versatilidad y la disponibilidad inmediata de estos dispositivos los hacen una opción excelente para manejar la dilatación térmica en estructuras metálicas más pequeñas, como galpones educativos, brindando así una solución técnica accesible a nivel local.

Después de revisar la documentación y los aspectos técnicos de los proyectos realizados en la provincia de Manabí, no hemos encontrado antecedentes sobre la implementación de sistemas de protección contra la dilatación térmica en estructuras metálicas, ya sean educativas o institucionales. En particular, en el Campus Tosagua de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, no hay registros académicos, técnicos ni administrativos que respalden la planificación o ejecución de sistemas como juntas de expansión o anclajes flexibles en los galpones construidos. Esta falta de información resalta la relevancia e innovación del proyecto actual, que se presenta como una intervención preventiva y pionera, con el objetivo de mejorar la durabilidad estructural del galpón de Electromecánica en una zona con alta exposición térmica.

CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA

3.1. OBJETIVO 1

Analizar las condiciones climáticas y térmicas del entorno en donde se construye el galpón de electromecánica.

Con el objetivo de realizar un diagnóstico técnico del entorno físico donde se construye el galpón de prácticas de la carrera de Electromecánica en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, en el campus de Tosagua, se llevó a cabo un análisis de las condiciones climáticas y térmicas del lugar. Este estudio nos ayuda a entender las posibles tensiones térmicas que la estructura metálica podría enfrentar, especialmente aquellas causadas por la exposición directa al sol, las variaciones diarias de temperatura y la humedad del ambiente.

Tosagua, ubicada en la región costera de la provincia de Manabí, tiene un clima tropical seco, influenciado notablemente por su cercanía al mar. Según datos históricos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) y registros de plataformas como Climate-Data.org, se recopilieron los siguientes parámetros promedio mensuales que son clave para el análisis térmico:

Mes	Temperatura Promedio (°C)	Radiación Solar (W/m ²)	Humedad Relativa (%)
Enero	27.5	820	85
Febrero	27.2	800	86
Marzo	27.0	780	87
Abril	26.5	760	88
Mayo	25.8	740	90
Junio	25.0	720	92
Julio	24.8	710	93
Agosto	25.0	715	91
Septiembre	25.4	735	89
Octubre	25.9	765	87
Noviembre	26.3	790	86
Diciembre	27.0	810	85

Tabla 1 Condiciones climáticas y térmicas promedio en Tosagua

Los datos indican que la temperatura promedio mensual en Tosagua se mantiene bastante estable a lo largo del año, con valores que varían entre 24.8 °C y 27.5 °C. Sin embargo, lo que realmente importa desde un punto de

vista técnico es la variación de temperatura diaria, que puede llegar a superar los 8–10 °C entre las primeras horas de la mañana y el mediodía. Aunque estas diferencias son moderadas, tienen un impacto acumulativo en las estructuras metálicas, que tienden a expandirse cuando se exponen al calor.

Además, la radiación solar promedio mensual fluctúa entre 710 y 820 W/m², siendo enero, febrero, marzo y diciembre los meses con mayor incidencia solar. La intensidad de la radiación registrada se considera alta y representa una fuente constante de carga térmica sobre las superficies metálicas, especialmente en techos, vigas expuestas y cerramientos sin aislamiento.

Por otro lado, la humedad relativa promedio se mantiene alta durante todo el año (entre 85 % y 93 %), lo que favorece fenómenos como la condensación en elementos metálicos, especialmente durante la madrugada o en áreas poco ventiladas. Esta humedad no afecta directamente la expansión térmica, pero puede acelerar el deterioro de uniones y acabados, sobre todo si los materiales no están adecuadamente protegidos.



Imagen 1. Inspección de donde se construirá el galpón

3.2. OBJETIVO 2

Seleccionar técnicamente los elementos de protección térmica adecuados para el galpón.

Como parte del análisis técnico estructural del galpón en construcción, se identificaron los elementos más adecuados desde el punto de vista funcional y constructivo para mitigar los efectos de la expansión térmica en estructuras metálicas expuestas. La revisión se enfocó en componentes que son comúnmente utilizados en edificaciones livianas, ya sean industriales o institucionales, teniendo en cuenta características como durabilidad, compatibilidad con acero estructural y facilidad de instalación.

Los elementos seleccionados fueron organizados según su aplicación directa en puntos críticos de la estructura, como uniones, apoyos y superficies expuestas. A continuación, se presenta un resumen de estos elementos:

Elemento	Función principal	Material
Junta de dilatación metálica tipo fuelle	Absorber el movimiento axial generado por la dilatación térmica en uniones rígidas	Acero inoxidable con fuelle flexible y bridas
Placa de deslizamiento con superficie PTFE	Permitir desplazamiento controlado en apoyos estructurales sin generar fricción	Base metálica con recubrimiento de teflón (PTFE)
Pintura reflectiva térmica blanca	Reducir la temperatura superficial de cubiertas metálicas para disminuir expansión	Base acrílica con aditivos reflectivos térmicos

Tabla 2 Elementos técnicos seleccionados para protección térmica



Imagen 2 Junta de dilatación metálica tipo fuelle



Imagen 3 Placa de deslizamiento con superficie PTFE



Imagen 4 Pintura reflectiva térmica blanca

Estas soluciones han sido evaluadas por su efectividad en estructuras expuestas a climas cálidos como el del cantón Tosagua. Las juntas metálicas tipo fuele son empleadas habitualmente en conexiones estructurales longitudinales que requieren flexibilidad ante el alargamiento térmico del acero. Su material, generalmente acero inoxidable, ofrece alta resistencia a la intemperie y a ciclos repetitivos de expansión y contracción.

Las placas de deslizamiento con recubrimiento de PTFE, también conocidas como teflón industrial, son utilizadas en puntos de apoyo de vigas para permitir pequeños desplazamientos horizontales sin transmitir esfuerzos a las bases. Esto previene deformaciones y roturas por acumulación de tensiones térmicas. Su uso es común en construcciones metálicas donde no se desea modificar el diseño general, pero se busca introducir soluciones técnicas de control estructural.

Finalmente, la pintura reflectiva térmica actúa como una solución pasiva que contribuye a la disminución del calor absorbido por la cubierta del galpón. Su composición incluye pigmentos blancos con propiedades de reflexión solar, lo que puede reducir la temperatura superficial de las láminas metálicas entre 8 y 12 °C, disminuyendo la magnitud de la expansión diaria.

3.3. OBJETIVO 3

Determinar el costo aproximado de la implementación del sistema de protección térmica.

El análisis económico del sistema de protección térmica en estructuras metálicas nos ayuda a estimar, de manera preliminar, los recursos que se necesitan para implementar soluciones efectivas que reduzcan los efectos de la dilatación térmica. Esta evaluación se basa en los componentes que hemos seleccionado previamente: juntas de dilatación metálicas, placas de deslizamiento recubiertas de PTFE y pintura reflectiva térmica.

Tomamos como referencia una estructura metálica típica de un galpón educativo de una sola nave, teniendo en cuenta una cantidad moderada de uniones estructurales y la superficie expuesta a la radiación solar. La estimación se centró únicamente en los materiales principales, sin incluir herramientas o costos indirectos como transporte o almacenamiento. A continuación, se presenta una tabla que resume los elementos seleccionados, sus aplicaciones y las observaciones técnicas pertinentes:

Elemento técnico	Aplicación estructural	Unidad	Cantidad estimada	Observación técnica
Junta de dilatación metálica tipo fuelle	Uniones longitudinales entre vigas y placas metálicas	Unidad	8	Absorbe movimientos axiales generados por variaciones térmicas
Placa de deslizamiento con superficie PTFE	Puntos de apoyo de vigas principales y secundarias	Unidad	5	Permite desplazamiento térmico sin transmitir tensiones a la cimentación

Pintura reflectiva térmica blanca	Cubierta metálica expuesta a radiación solar directa	Galón	4	Disminuye la temperatura superficial, reduciendo la expansión del material metálico
--------------------------------------	---	-------	---	---

Tabla 3 Estimación técnica de componentes para protección térmica



Imagen 5. Cotización de precios de diferentes materiales

El análisis permitió calcular que la compra de estos elementos, ajustada a las dimensiones promedio del galpón, tendría un costo total aproximado de 600 dólares estadounidenses (USD 600.00). Este monto se distribuye de manera proporcional entre los diferentes componentes, asegurando un buen equilibrio entre la funcionalidad técnica y la eficiencia económica.

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Se ha observado que Tosagua cuenta con una mezcla de alta radiación solar, temperaturas constantes a lo largo del año y una elevada humedad relativa. Estos factores impactan directamente en el comportamiento térmico de las estructuras metálicas que están expuestas. Este análisis ha servido para justificar de manera técnica la necesidad de implementar soluciones estructurales que ayuden a mitigar los efectos de la dilatación térmica.

Se logró hacer una selección técnica de los elementos más adecuados para un sistema de protección térmica. Al revisar las alternativas estructurales, se identificaron tres soluciones viables: juntas de dilatación metálicas tipo fuelle, placas de deslizamiento con superficie de PTFE, y pintura reflectiva térmica para cubiertas. La elección de estos elementos se fundamentó en su funcionalidad, facilidad de instalación y disponibilidad en el mercado nacional.

Se calculó el costo aproximado de los materiales necesarios para implementar el sistema de protección térmica. Basándonos en cantidades estimadas y precios de referencia, se llegó a un total de 600 dólares estadounidenses. Esta cifra representa una inversión que está técnicamente justificada, considerando los posibles daños estructurales que podrían surgir debido a efectos térmicos no controlados.

4.2. RECOMENDACIONES

Los encargados del diseño y la construcción del galpón de Electromecánica deben tener en cuenta la inclusión de elementos de protección térmica como parte esencial del sistema estructural. Esto es especialmente importante en las áreas donde hay uniones metálicas, puntos de apoyo y superficies que están expuestas a la radiación solar directa. Usar juntas de dilatación, placas de deslizamiento y pintura reflectiva ayuda a prevenir deformaciones, fisuras o desplazamientos que pueden surgir por la expansión térmica del acero, asegurando así la estabilidad y durabilidad de la estructura.

Desde la perspectiva académica, la carrera de Electromecánica debería seguir fomentando la realización de diagnósticos técnicos aplicados a infraestructuras reales. Esto implica integrar el análisis térmico, la selección de soluciones estructurales y la estimación de costos en proyectos formativos. Esta conexión directa con las necesidades de las instituciones no solo fortalece las habilidades de los estudiantes, sino que también trae mejoras tangibles a los espacios educativos donde llevan a cabo sus actividades prácticas.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre Sosapanta, C. E. (2008). *Análisis técnico-económico entre proyectos de construcción de estructura metálica y hormigón armado para edificios* [bachelorThesis, QUITO/ EPN/ 2008]. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/607>
- Aranda. (2020). *Expansion termica* | PPT. https://es.slideshare.net/slideshow/expansion-termica/234532195?utm_source=chatgpt.com
- Arévalo, A., Jurado, C., & Granja Mario. (2010). *Repositorio Digital—EPN: Diseño y construcción de un sistema de conformado y corte de cubos de poliuretano para aislamiento térmico en techos metálicos*. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/2623>
- CES. (2020). *CES – Consejo de Educación Superior*. <https://www.ces.gob.ec/>
- Construex Ecuador. (2024). *Juntas De Expansión Amortiguadores Metálicos—Construex Ecuador*. https://www.construex.com.ec/exhibidores/disetec/producto/juntas_de_expansion_amortiguadores_metalicos?utm_source=chatgpt.com
- García Ledesma, R. (2013). *Diseño y comportamiento de uniones estructurales mecánicas y adhesivas. Condiciones superficiales y operacionales* [Phd, E.T.S.I. Industriales (UPM)]. <https://oa.upm.es/22235/>
- Hashrae. (2021). <https://www.ashrae.org/technical-resources/ashrae-handbook>

Koffler Sales Company. (2025). *Koffler Sales Company—Specialists in Floor & Wall Protection*. <https://kofflersales.com/>

Liu, Y.-S., Zhou, X.-H., Wang, Y.-H., Zhou, Y., Lan, Y.-S., & Li, Q. (2023). Seismic behavior of prestressed concrete filled steel tubular lattice tower subjected to combined compression-bending-torsion. *Journal of Constructional Steel Research*, 204, 107883. <https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2023.107883>

Martínez Fernando, F., & Romero, J. (2015). Juntas de dilatación para el proyecto Anillo Vial en Quevedo. *Cauchos Vikingo*. <https://cauchosvikingo.com/portfolio/juntas-de-dilatacion-300-proyecto-anillo-vial-en-quevedo/>

Méndez Lora, K. R. (2014). *Paneles estructurales de poliestireno expandido: Análisis energético en el clima tropical- húmedo de santo domingo y aplicado a la vivienda social (caso sistema EMMEDUE)* [Master thesis, Universitat Politècnica de Catalunya]. <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/23017>

Moebs, W., Ling, S. J., Sanny, J., Moebs, W., Ling, S. J., & Sanny, J. (2021, noviembre 17). 1.3 Dilatación térmica—Física universitaria volumen 2 | OpenStax. OpenStax. <https://openstax.org/books/f%C3%ADsica-universitaria-volumen-2/pages/1-3-dilatacion-termica>

SERCOP. (2024). <https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/>

Specialties, C. (2023). *Home | Construction Specialties*. <https://www.csgroup.com/>

Teadit Group. (2022). *Juntas de Expansión TERMATIC®: Soluciones industriales para vibración y dilatación.* [Dataset].

<https://www.teadit.com.br/produtos/juntas-de-expansao>

ULEAM. (2022). <https://www.uleam.edu.ec/wp-content/uploads/2022/PEI-ULEAM-2022-2026.pdf>

Vargas, R. (2018). *Fénix* 7, 26-108.
<https://repombd.bnp.gob.pe/bnp/recursos/biblioteca1/HTML/fenix/fenix-7-26-108/8/>

ANEXOS

Sugerencia general. – Se pueden ubicar fotos, formatos empleados, entre otros.