



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

Título:

Implementación de tecnologías de monitoreo estructural en el galpón de la carrera de Electromecánica.

Autores:

Ailin Salomé Gilces Moreira

Junior Adrián Bravo Valencia

Tutor

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 del 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.

CERTIFICO:

Que el presente proyecto integrador con el título: “Implementación de tecnologías de monitoreo estructural en el galpón de 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):

Ailin Salomé Gilces Moreira, Junior Adrian Bravo Valencia

Siendo de su exclusiva responsabilidad.

Chone, agosto del 2025.



Ing. Antony Horacio Falcones Minaya, Mg

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quienes suscriben la presente:

Ailin Salomé Gilces Moreira, Junior Adrian Bravo Valencia

Estudiantes de la Carrera de **Electromecánica**, declaramos bajo juramento que el presente proyecto integrador cuyo título: “Implementación de tecnologías de monitoreo estructural en el galpón de la carrera 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 del 2025



Ailin Salomé Gilces Moreira



Junior Adrian Bravo Valencia

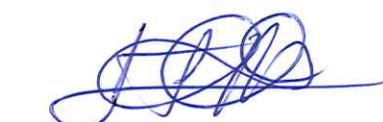
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación con modalidad Proyecto Integrador, titulado: “Implementación de tecnologías de monitoreo estructural en el galpón de la carrera de Electromecánica.” de sus autores: Ailin Salomé Gilces Moreira, Junior Adrián Bravo Valencia de la Carrera “Electromecánica”, y como Tutor del Trabajo el Ing. Anthony Horacio Falcones Minaya, Mg

Chone, agosto del 2025



Ing. Andrés Gozoso Andrade García, Mg
DIRECTOR



Ing. Horacio Falcones Minaya, Mg
TUTOR



Ing. Stalyn Hitlen Corral Vera
PRIMER MIEMBRO TRIBUNAL



Ing. Bruno Rafael Carvajal Zambrano
SEGUNDO MIEMBRO TRIBUNAL



Lic. Fátima Saldarriaga Santana, Mg.
SECRETARIA

AGRADECIMIENTO

No puedo decir más que gracias a mis padres, hermana y amigos que han estado hay siempre de un u otro modo apoyándome día a día en un camino lleno de obstáculos que se los ha ido superando de apoco.

Y como no agradecer a nuestros docentes ya que ellos nos han guiado con su sabiduría para ser unos mejores profesionales.

Junior Bravo Valencia

A Dios, la fuente infinita de sabiduría y guía que ha iluminado mi camino en este difícil pero gratificante viaje de aprendizaje.

A mi encantadora familia, cuyo amor incondicional y apoyo constante han sido la piedra angular de mi vida.

A mis respetados profesores, que con dedicación y orientación han sido la brújula que me ha guiado en cada etapa de mi carrera.

Salome Gilces Moreira

DEDICATORIA

Este logro se lo dedico a mis padres Abraham Bravo y Gloria Valencia ya que ellos han estado siempre a mi lado a pesar de todo, con sus consejos y crianza hoy se los debo todo a esas dos personas que dios me regalo y son mis padres.

Junior Bravo Valencia

Este logro se lo dedico a mis padres Fabian Gilces y Mercedes Moreira ya que me han motivado a seguir adelante.

Salome Gilces Moreira

RESUMEN

Este proyecto tiene como objetivo la implementación de tecnologías de monitoreo estructural en el galpón de la carrera de Electromecánica, para desarrollar prácticas de electromecánica en la Unidad Académica de Formación Técnica y Tecnológica, Educación Virtual y otras Modalidades de Estudios, proporcionando a los estudiantes una experiencia práctica más cómoda.

Se realizó una búsqueda exhaustiva sobre diversas técnicas, precios y marcas de elementos, materiales y herramientas a utilizar.

Además, en un galpón electromecánico, el monitoreo es crucial para mantener un ambiente seguro para los trabajadores y el buen funcionamiento del equipo, por ello el monitoreo se puede lograr de forma específica, y el objetivo principal es garantizar un ambiente más seguro.

Finalmente, se presentan las conclusiones del proyecto que redacta sobre como facilitara los procesos y la eficiencia ya sea en prácticas o situaciones reales, recomendaciones que se deben llevar a cabo para mejorar la eficiencia y seguridad en el entorno laboral y por último anexos que comprobarán la información del proyecto de implementación

PALABRAS CLAVE

Monitoreo, Implementación, Seguridad, Proyecto, Comprobaran.

ABSTRACT

This research project aims to structural monitoring technologies in the Electromechanics program warehouse to develop electromechanical practices in the Technical and Technological Training Academic Unit, Virtual Education, and other study modalities, providing students with a more comfortable hands-on experience.

An exhaustive search was conducted for various techniques, prices, and brands of elements, materials, and tools to be used.

Furthermore, in an electromechanical warehouse, monitoring is crucial to maintaining a safe environment for workers and the proper functioning of the equipment. Therefore, monitoring can be achieved in a targeted manner, and the main objective is to ensure a safer environment.

Finally, the project's conclusions are presented, which outline how it will facilitate processes and efficiency, both in practical and real-life situations, recommendations that should be implemented to improve efficiency and safety in the workplace, and finally, appendixes that verify the information on the implementation project.

KEYWORDS

Monitoring, Implementation, Security, Project, Check.

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
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. PROBLEMA	3
1.2. JUSTIFICACIÓN	3
1.3. OBJETIVOS	4
1.3.1. Objetivo general.....	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4. METODOLOGÍA.....	4
1.4.1. Procedimiento	4
1.4.2. Técnicas.....	5
1.4.3. Métodos	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	7
2.1. DEFINICIONES.....	7
2.2. ANTECEDENTES	8
2.3. TRABAJOS RELACIONADOS.....	9
CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA	10
3.1. OBJETIVO 1	10
3.2. OBJETIVO 2	12
3.3. OBJETIVO 3	14
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	16
4.1. CONCLUSIONES.....	16

4.2. RECOMENDACIONES	17
BIBLIOGRAFÍA.....	18
ANEXOS	19

INDICE DE ILUSTRACIONES

Imagen 1. Propuestas preventivas ante cargas dinámicas y acústicas.....	165
---	-----

INDICE DE TABLAS

Tabla I. Planificación del monitoreo estructural en etapa de construcción del galpón de Electromecánica.....	11
--	----

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

El monitoreo es un tipo de proceso estructural que consiste en un monitoreo y análisis efectivo de las estructuras a lo largo del tiempo. Esto se hace usando sensores y técnicas de medición para detectar cambios que puedan indicar daño o deterioro. Su propósito es evaluar la integridad de la estructura, identificar posibles problemas y permitir una intervención temprana, que ayude a prevenir fallas graves y a prolongar la vida útil de la estructura (Zambrano Edwin, 2020)

El monitoreo de la condición estructural es un proceso que combina varios métodos de detección y medición física, para todos con acceso a un tratamiento continuo y remoto. Esto permite capturar datos en tiempo real, registrarlos para el futuro y analizarlos de manera constante. Dada la magnitud y complejidad de las estructuras que se están monitoreando, es fundamental tener un sólido conocimiento en varias disciplinas, que abarcan desde técnicas de detección y sincronización de sistemas múltiples, hasta dinámica estructural y gestión de datos. Este documento se adentra en cuatro tecnologías clave para las pruebas estructurales y el monitoreo de la condición estructural, además de cómo NI las integra en sus soluciones (Córdoba Tuta & Fuentes Díaz, 2016)

Estos sistemas emplean sensores de última generación y software predictivo para mejorar la confiabilidad operativa en diferentes sectores. La tecnología ha estado innovando al ser humano desde el principio de los tiempos, ayudando a realizar diversas tareas que hacen la vida cotidiana más fácil. Hoy en día, el uso de ciertos sensores se ha vuelto indispensable en nuestros dispositivos personales, especialmente en equipos de comunicación. Sin embargo, ahora también se ha expandido a los equipos electrónicos gracias a la domótica y al internet de las cosas (García Ledesma, 2013)

El avance de la fibra óptica ha sido fundamental para su uso en comunicaciones de alta velocidad. Sin embargo, en el ámbito de los sensores, es bastante común ver aplicaciones de fibra óptica, ya sea como transductores directos o como transmisores de datos. La fibra óptica se utiliza frecuentemente para medir

diversos parámetros como deformación, temperatura, presión, humedad, campos eléctricos o magnéticos, gases, vibraciones, entre otro (Juan Sebastián Sanguino, 2020)

Estos sistemas emplean sensores de última generación y software predictivo para mejorar la confiabilidad operativa en diferentes sectores. La tecnología ha estado al lado del ser humano desde el principio, ayudando a realizar diversas tareas que hacen la vida cotidiana más fácil. Hoy en día, el uso de sensores se ha vuelto común en nuestros dispositivos personales, especialmente en equipos de comunicación. Sin embargo, ahora también se ha expandido a los electrodomésticos gracias a la domótica y al internet de las cosas.

1.1. PROBLEMA

Necesidad de implementar un equipo de monitoreo estructural para un galpón electromecánico

El galpón que se está construyendo para la carrera de Electromecánica es una gran oportunidad para incluir la tecnología desde el principio que garantiza tanto el bienestar de las personas como la durabilidad de la estructura. Dado que en su interior se llevarán a cabo actividades relacionadas con maquinaria pesada, equipos electromecánicos y procesos que se realizan dinámicamente, es importante tener un sistema de monitoreo estructural. Este tipo de monitoreo permitirá supervisar cómo se comporta físicamente el galpón ante las cargas operativas y ambientales. Sin esta tecnología, sería difícil detectar a tiempo posibles deformaciones, esfuerzos inusuales o fallos incipientes, lo que podría comprometer la integridad de la infraestructura, del equipo y de quienes la utilicen en el futuro. Por eso, es crucial implementar un sistema de monitoreo estructural inteligente como parte del diseño técnico del galpón, lo que contribuirá a una construcción segura, moderna y en línea con los principios de la ingeniería preventiva.

1.2. JUSTIFICACIÓN

Desde el ámbito académico, la importancia de un monitoreo estructural se basa en los principios de la Ingeniería Estructural y la Mecánica de Materiales. Se trata de estudiar y analizar cómo se comportan las estructuras ante diferentes cargas de vibraciones que provienen de maquinarias. Un galpón electromecánico, por su propia naturaleza, contiene equipos pesados y maquinaria en movimiento, y puede estar expuesto a vibraciones constantes. Por eso, es fundamental implementar un monitoreo que utilice tecnologías avanzadas para evaluar la integridad de estos galpones. Esta supervisión continua de las estructuras nos permite analizar problemas potenciales antes de que se conviertan en situaciones costosas y peligrosas (Bacuilima, 2022)

La justificación en el ámbito tecnológico se encuentra en los impresionantes avances de los sensores inteligentes. Estos dispositivos, que se instalan en puntos estratégicos de la estructura, recopilan información en tiempo real sobre deformaciones, vibraciones y desplazamientos. Esto hace que el monitoreo estructural no solo sea posible, sino también increíblemente eficiente y rentable. Gracias a los sensores inteligentes, podemos llevar a cabo un monitoreo continuo, analizando datos precisos sobre cómo se comportan los galpones ante diferentes cargas, incluyendo las que provocan los movimientos sísmicos. (Constructivo, 2024)

Este proyecto se ajusta perfectamente con la línea de investigación en Ingeniería, Industria y Construcción. Se centra en desarrollo e implementación de soluciones tecnológicas en la industria de la construcción, con un enfoque especial para mejorar la infraestructura educativa a través de la integración de sistemas de ingeniería moderna. Esta propuesta no es solo una gran oportunidad para fortalecer las habilidades técnicas de estudiantes y maestros, sino también ayuda a crear un entorno académico más seguro, eficiente y sostenible de acuerdo con la condición de la cuarta revolución industrial.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Implementar funcionamiento de tecnologías de monitoreo estructural aplicables al galpón de la carrera de Electromecánica para prácticas académicas en la UNITEV.

1.3.2. Objetivos específicos

Analizar y registrar las condiciones actuales del galpón relacionadas con posibles cargas dinámicas o acústicas.

Determinar los equipos o áreas que producen mayor vibración o ruido dentro del galpón.

Recomendar mejoras simples para reducir los efectos negativos de estas cargas sobre la estructura.

1.4. METODOLOGÍA

1.4.1. Procedimiento

En primer lugar, se llevó a cabo una supervisión técnica preliminar del galpón en construcción que se destinará a la carrera de Electromecánica de la UNITEV. El propósito de esta actividad fue el análisis y registro de las condiciones actuales de la infraestructura, teniendo en cuenta las previstas cargas dinámicas y acústicas que se esperan por el uso de maquinaria pesada y equipos electromecánicos. Se utilizaron listas de verificación estructural, se tomaron fotos de puntos críticos y se iniciaron planes estructurales.

A partir del análisis del uso previsto del galpón, se identificaron las áreas que, debido a su naturaleza operativa, estarán más propensas a vibraciones y ruido. Estas áreas incluyen bancos de prueba, compresor, motor eléctrico, ventilador industrial y zonas con alto tráfico mecánico. Se creó un plan de distribución

funcional del galpón para indicar puntos y predecir la ubicación estratégica de los sensores.

Con base en los resultados obtenidos, se desarrolló una propuesta técnica que incluye recomendaciones para reducir los efectos negativos de las cargas dinámicas sobre la estructura. Entre los objetivos propuestos se encuentran: refuerzos estructurales de puntos críticos, instalación de sistemas de supresión pasiva y la ubicación estratégica de sensores inteligentes para monitoreo en tiempo real. Estas recomendaciones están orientadas a perfeccionar el desempeño estructural del galpón desde su construcción, asegurando condiciones adecuadas para el uso académico y técnico.

1.4.2. Técnicas y métodos

La técnica principal que se empleará en este estudio será el análisis documental y comparativo de tecnologías que se pueden aplicar al monitoreo estructural. El método que se adoptará será observacional y exploratorio, no experimental, y se enfocará en identificar condiciones estructurales que podrían ser críticas en el galpón en construcción de la carrera de Electromecánica. Este enfoque permite reunir información sin intervenir directamente en las variables, tal como lo proponen (Dolors & Cónsul, 2022) en sus estudios descriptivos que tienen intenciones diagnósticas y propositivas en contextos reales.

Como parte de esta técnica, se llevará a cabo una revisión de la literatura que incluye artículos académicos y documentos técnicos sobre prácticas accesibles de vigilancia estructural. Se prestará especial atención al uso de inspecciones visuales sistemáticas, fichas de observación estructural y rutinas de control periódico que requieren poca tecnología, las cuales han sido ampliamente promovidas en el contexto del mantenimiento basado en condiciones (Benlliure, 2020). Estas prácticas son fundamentales para establecer líneas base estructurales y detectar deformaciones tempranas, sin depender de sistemas electrónicos complejos.

El método observacional incluirá una visita al sitio de construcción del galpón, la toma de fotografías, la creación de un mapa funcional de las áreas críticas y el uso de fichas técnicas como herramienta principal. Estas acciones están en línea con las metodologías exploratorias descriptivas que se utilizan en estudios de infraestructura educativa, tal como lo menciona (Bacuillima, 2022) en su diagnóstico estructural de puentes rurales.

De esta manera, se podrá generar una caracterización técnica preliminar del entorno, teniendo en cuenta factores como las vibraciones esperadas, la concentración de cargas mecánicas y el diseño estructural proyectado. Además, se considerará la posibilidad de incorporar en el futuro herramientas básicas como sonómetros, niveles electrónicos o sensores de lectura manual, que podrían ser utilizados por estudiantes y docentes en el marco de prácticas formativas.

Aunque estas herramientas no se implementarán en el presente estudio, se analizarán desde una perspectiva técnica y pedagógica, de acuerdo con las pautas de monitoreo estructural propuestas por (Hernández Sampieri & Fernandez-Collado, 2014) y la literatura reciente en SHM. También se explorará el uso de simuladores gratuitos y software de análisis estructural con fines académicos, como apoyo al desarrollo de competencias prácticas en entornos educativos con recursos limitados.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. DEFINICIONES

El monitoreo de salud estructural (SHM, por sus siglas en inglés) es un proceso que recopila diferentes disciplinas, utilizando métodos de sensor automático, recopilación de datos continuos y análisis estructural para evaluar cómo se comporta la estructura a lo largo de su vida útil. Su objetivo principal es determinar el daño o deterioro temprano que podrían comprometer la funcionalidad o seguridad de la infraestructura, lo que permite llevar a cabo un mantenimiento predecible antes de que ocurran errores críticos (Chang & Lin, 2019)

Este tipo de monitoreo puede llevarse a cabo de manera continua o en intervalos regulares, dependiendo del nivel de riesgo y la importancia de la estructura en cuestión. Aunque hay tecnologías avanzadas disponibles para su implementación, también es posible iniciar procesos de vigilancia mediante inspecciones visuales, listas de verificación, fotografías técnicas y registros comparativos. Estas estrategias ayudan a establecer una línea base que se puede utilizar para futuras comparaciones sin necesidad de contar con equipos sofisticados desde el principio (Chen, 2018)

Los sistemas SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) integran hardware, software y redes para supervisar variables operativas en tiempo real y controlar procesos distribuidos a través de PLCs y sensores. Estos sistemas son capaces de generar alertas ante condiciones anómalas, almacenar datos históricos y facilitar análisis comparativos, lo que los convierte en herramientas muy útiles tanto para la industria como para el monitoreo estructural en edificios o laboratorios complejos (Kim, 2015)

También existen enfoques observacionales que se basan en visitas técnicas, registros fotográficos y mapas funcionales de las áreas que son estructuralmente críticas. Esta vigilancia estructural, que no utiliza intervención tecnológica, consiste en documentar y sistematizar cómo evoluciona el estado físico del galpón a través de inspecciones periódicas. Esto genera datos valiosos que pueden ser útiles para futuras proyecciones en mantenimiento o en la adquisición de equipamiento técnico.

2.2. ANTECEDENTES

La Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí (ULEAM) es una institución educativa sin fines de lucro que se rige por principios laicos. Su campus principal está ubicado en Manta, en la provincia de Manabí, Ecuador. La ULEAM se distingue por su enfoque educativo basado en valores humanistas y laicos, fomentando la libertad en la enseñanza y viendo al estudiante como el protagonista de su propio desarrollo académico. (ULEAM, 2023)

La Unidad Académica de Formación Técnica y Tecnológica, Educación Virtual y otras Modalidades de Estudios (UNITEV), que forma parte de la ULEAM, se encuentra en el Campus Chone de la provincia de Manabí. Esta nueva unidad se dedica a ofrecer programas educativos en el ámbito tecnológico (UNITEV, 2024)

La carrera de Tecnología Superior en Electromecánica se enfoca en el diseño y la implementación de sistemas electromecánicos, así como de accionamientos eléctricos, térmicos, hidráulicos, eléctricos y equipos mecánicos, siempre siguiendo las normas de mantenimiento y seguridad industrial. Esta carrera, que ofrece la UNITEV, se integra en el campo de "Ingeniería, Industria y Construcción" y juega un papel importante en el desarrollo productivo, industrial y económico del país. Este proyecto de titulación ha sido realizado por los estudiantes de la primera cohorte de la carrera de Tecnología Superior en Electromecánica, motivados por la necesidad de equipar los laboratorios y así mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje.

2.3. TRABAJOS RELACIONADOS

Se ha llevado a cabo un trabajo en la Universidad de Xiamen, en China, donde la propuesta fue muy bien recibida para crear una instalación de monitoreo más precisa y segura para las personas. Utilizar un método de tecnología innovador es clave, ya que permite monitorear la reacción estructural, evaluar la seguridad en tiempo real y mantener tanto la seguridad, al igual que la simetría de la estructura. (Okakita et al., 2019)

También se encontró un estudio relacionado en Dinamarca, donde la aprobación del proyecto mostró resultados positivos, demostrando un sistema de monitoreo más extenso y seguro. Este avance tecnológico ofrece una solución prometedora para el monitoreo en tiempo real de variables críticas. Gracias al uso de sensores especializados, puertos de enlace y plataformas para procesar y visualizar datos, se puede diseñar un sistema de monitoreo IoT que facilite la detección temprana de condiciones anómalas y la implementación de medidas preventivas. (RAYO MUÑOZ & OSPINA ROJAS, 2014)

Además, hemos encontrado estudios en la Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador, donde la aceptación de este proyecto permite implementar un sistema de monitoreo más preciso para enfrentar estos desafíos. Los sistemas de monitoreo basados en Internet de las Cosas (IoT) han surgido como soluciones innovadoras, ofreciendo capacidades avanzadas para la supervisión en tiempo real y el análisis predictivo de condiciones operativas críticas (Constructivo, 2024)

En la región de Manabí, no hemos encontrado estudios sobre este tema, pero es fundamental llevar a cabo esta investigación.

CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA PROPUESTA

3.1. OBJETIVO 1

Dado que el galpón destinado a las prácticas de la carrera de Electromecánica está en plena construcción, la observación y el registro de las condiciones estructurales se enfocaron en detectar posibles puntos críticos que, en el futuro, podrían estar expuestos a cargas dinámicas o acústicas. Esta fase inicial fue clave para anticipar áreas de riesgo, especialmente en elementos como columnas, uniones metálicas, cerramientos y cimentaciones, que podrían verse afectados por las vibraciones o ruidos generados durante la operación del galpón.

Durante la inspección de la obra en curso, se tomaron en cuenta tanto las características constructivas como el tipo de actividades prácticas que se llevarán a cabo en el galpón una vez que esté terminado. Se espera que el funcionamiento de compresores, motores, bancos de pruebas y otros equipos técnicos produzca niveles significativos de ruido y vibraciones. Por eso, se elaboró un mapa preliminar de las áreas que podrían necesitar un seguimiento estructural más frecuente, basado en la distribución de la maquinaria planificada y las condiciones del terreno.

En esta etapa, también se juntaron determinaciones sobre el diseño estructural y se realizaron asesoramiento con los responsables de la obra civil, con el fin de entender cómo se están incluyendo elementos que podrían ayudar a minorar o repartir las cargas dinámicas. Esta información permitió registrar detalles constructivos notables, como el tipo de anclajes, la rigidez de las conexiones y la presencia de sistemas de ventilación o refuerzos estructurales. La documentación obtenida se organizó utilizando archivos técnicos y registros gráficos que servirán como base para el proyecto del monitoreo futuro.

Dado que el galpón aún no está operando, no fue posible llevar a cabo una instalación completa de las unidades de supervisión de monitoreo estructural. No obstante, se reconocieron los puntos estratégicos donde, una vez que se finalicé

la construcción, se podrán colocar sensores de vibración y presión sonora. Esta planificación contempla el uso de acelerómetros básicos, sonómetros y módulos de adquisición de datos que permitirán analizar el comportamiento dinámico de la estructura en condiciones reales de uso.

Finalmente, se presentó una propuesta preliminar para una mayor implementación del sistema de monitoreo, priorizando tecnologías disponibles que sean fáciles de procesar para los estudiantes y adecuadas al entorno técnico. Este enfoque preventivo no solo busca favorecer la recolección de datos estructurales en tiempo real, sino también servir como un recurso pedagógico en el proceso formativo de los estudiantes de Electromecánica, integrando herramientas de análisis estructural con prácticas reales en su espacio de aprendizaje.

Aspecto	Descripción
Etapa del proyecto	Construcción del galpón para prácticas de Electromecánica.
Acciones realizadas	Inspección de obra, registro fotográfico, consulta de planos estructurales y entrevistas con responsables de obra.
Zonas críticas identificadas	Áreas donde se instalará maquinaria pesada (bancos de pruebas, compresores), uniones metálicas, bases de columnas y cerramientos.
Riesgos esperados	Vibraciones por funcionamiento de equipos electromecánicos y presión sonora elevada. Posible transmisión de cargas dinámicas a través de la estructura.
Instrumentación propuesta	Acelerómetros, sonómetros, módulos de adquisición de datos portátiles.
Ubicación sugerida para sensores	Próximos a equipos vibratorios, en vigas principales, columnas centrales, y puntos de mayor concentración de equipos.
Tecnologías seleccionadas	Dispositivos de monitoreo estructural accesibles, de fácil operación y bajo costo, adecuados para fines educativos.
Objetivo de la instrumentación	Registrar vibraciones y niveles acústicos en condiciones reales de operación para evaluar el comportamiento estructural del galpón.
Aplicación futura	Integración del sistema de monitoreo en las prácticas académicas de estudiantes, como parte del aprendizaje técnico aplicado.

Tabla I. Planificación del monitoreo estructural en etapa de construcción del galpón de Electromecánica

3.2. OBJETIVO 2

En esta fase del análisis, comenzamos a identificar de manera anticipada los equipos y áreas del galpón que, una vez que esté en funcionamiento, podrían convertirse en fuentes significativas de vibración o ruido estructural. Aunque el galpón todavía está en construcción, pudimos llevar a cabo esta identificación al revisar los planos de distribución interna, las especificaciones de los laboratorios proyectados y las rutinas prácticas previstas en la carrera de Electromecánica.

Este enfoque permitió hacer una caracterización temprana de los riesgos asociados a cargas dinámicas y acústicas. Entre los equipos más destacados que se planea instalar en el galpón se encuentran compresores, motores eléctricos trifásicos, bancos de pruebas de mecanismos, generadores, taladros industriales y herramientas de corte. Estos dispositivos no solo producen ruido a lo largo de su operación, sino que también pueden producir vibraciones al piso, columnas o techos si no tienen suficiente aislamiento.

En la evaluación de su influencia estructural se consideró los siguientes factores: la ubicación, el nivel de anclaje, la frecuencia de uso y la potencia operativa, para evaluar su nivel de impacto. Además, se identificaron áreas específicas dentro del galpón donde se reúne la mayor actividad técnica. Por ejemplo, áreas diseñadas para la práctica de mantenimiento industrial y electromecánica automotriz que suelen ser muy utilizadas y tienen una alta probabilidad de generar vibraciones continuas. De igual manera, la zona donde se instalarán ventiladores industriales o extractores también implica un punto de emisión acústica, principalmente debido a la turbulencia del aire y al funcionamiento constante de los motores.

Para complementar esta identificación, se consultaron referencias de otros talleres similares y se tomaron en cuenta las experiencias previas del personal docente. Esta revisión nos permitió prever que, en estructuras metálicas como la

del galpón en construcción, las vibraciones tienden a propagarse más fácilmente si no se implementan refuerzos adecuados o soluciones de desacoplamiento estructural. Por lo tanto, es fundamental que los equipos pesados se instalen sobre bases aisladas, y se recomienda el uso de topes de caucho, placas antivibración o soportes amortiguadores. Con base en esta identificación, se desarrolló una propuesta inicial de distribución funcional que optimiza el uso del espacio y reduce la propagación de vibraciones. Este análisis no solo facilita un diseño preventivo, sino que también permitirá definir con mayor precisión los puntos donde se colocará sensores de monitoreo estructural en etapas posteriores. Anticipar estas condiciones es clave para garantizar la seguridad estructural, el confort acústico y la calidad del proceso formativo en el entorno del galpón.

Zona del galpón	Equipos previstos	Nivel estimado de vibración/ruido	Recomendaciones estructurales/funcionales
Área de banco de pruebas	Motores eléctricos, generadores, transmisiones	Alto	Instalar sobre plataformas aislantes; ubicar en esquinas o zona aislada.
Zona de compresores	Compresores industriales, unidades de aire	Medio-alto	Anclajes con amortiguadores; alejar de columnas estructurales principales.
Módulo de herramientas rotativas	Taladros de pedestal, esmeriles, sierras	Medio	Instalar sobre mesas antivibratorias; separar de paredes laterales.
Taller de mantenimiento mecánico	Elevadores, herramientas manuales pesadas	Medio	Distribuir uniformemente; colocar sobre piso reforzado con juntas de dilatación.
Zona de ventilación y extracción	Extractores axiales, ventiladores industriales	Medio	Montar sobre bases de neopreno o tacos de goma; reforzar anclajes.
Área de prácticas livianas	Tableros eléctricos, prácticas de cableado y pruebas de componentes	Bajo	No requiere aislamiento adicional; puede ubicarse en zona central del galpón.

Tabla II. Propuesta de distribución según riesgo vibracional y acústico

3.3. OBJETIVO 3

Dado que el galpón aún está en construcción, las sugerencias se centran en evitar problemas posteriores relacionados con cargas dinámicas y acústicas. En esta etapa, se pueden tomar dictámenes constructivos que ayuden a minimizar la transmisión de vibraciones, como fortalecer los puntos de anclaje donde se instalarán equipos pesados o elegir materiales que contribuyan a amortiguar el impacto estructural.

Un progreso simple es proyectar la ubicación de maquinaria ruidosa o vibratoria en áreas alejadas de elementos estructurales críticos, como columnas principales o paredes delgadas. Esto permite una distribución más eficiente de la carga y evitar concentraciones que puedan causar deterioro prolongado.

Además, se proponen pequeñas zonas técnicas donde se puedan añadir en el futuro bases amortiguadoras o aislantes sin necesidad de cambiar la estructura original. Por último, aunque aún no se implementará un sistema de monitoreo estructural permanente, se recomienda dejar espacio físico y las conexiones necesarias para instalar sensores básicos una vez que el galpón esté en funcionamiento. Esta planificación anticipada facilitará la observación de las condiciones estructurales sin afectar la operación del espacio ni requerir reformas adicionales.



Imagen 1. Propuestas preventivas ante cargas dinámicas y acústicas

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- La fase inicial fue fundamental para identificar áreas de riesgo, especialmente en aspectos como columnas, uniones metálicas, cerramientos y cimentaciones, que podrían verse afectados por las vibraciones o ruidos generados durante la operación del galpón.
- Este enfoque permitió realizar una caracterización temprana de los riesgos asociados a cargas dinámicas y acústicas. Entre los equipos más destacados que se planea instalar en el galpón se encuentran compresores, motores eléctricos trifásicos, bancos de pruebas de mecanismos, generadores, taladros industriales y herramientas de corte.
- Por último, aunque aún no se implementará un sistema de monitoreo estructural permanente, se sugiere dejar espacio físico y las conexiones necesarias para instalar sensores básicos una vez que el galpón esté en funcionamiento. Esta planificación anticipada facilitará la observación de las condiciones estructurales sin afectar la operación del espacio ni requerir reformas adicionales.

4.2. RECOMENDACIONES

- Se sugiere tener en cuenta el diseño tecnológico del monitoreo estructural, para evitar gastos extras.
- Además, se recomienda utilizar este proyecto como aprendizaje, donde los estudiantes puedan involucrarse con el tema de monitoreo y llevar un monitoreo constante sobre las vibraciones, a su vez evitar un riesgo constante.

BIBLIOGRAFÍA

Bacuilima, I. (2022). Sistemas de Monitoreo de Salud Estructural de Estructuras Civiles: Una revisión bibliográfica. | MQRInvestigar. <https://www.investigarmqr.com/ojs/index.php/mqr/article/view/90>

Benlliure, V. A. (2020). INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.

Chang, H.-F., & Lin, T.-K. (2019). Real-time Structural Health Monitoring System Using Internet of Things and Cloud Computing (No. arXiv:1901.00670). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1901.00670>

Chen, H. (2018). (PDF) Remote structural health monitoring systems for next generation SCADA. https://www.researchgate.net/publication/264146620_Remote_structural_health_monitoring_systems_for_next_generation_SCADA?utm_source=chatgpt.com

Constructivo, R. (2024). Tecnología de sensores inteligentes para el monitoreo estructural y el diseño sismorresistente. <https://constructivo.com/index.php/noticia/tecnologia-de-sensores-inteligentes-para-el-monitoreo-estructural-y-el-diseno-sismorresistente-1728338611>

Córdoba Tuta, E. J., & Fuentes Díaz, D. A. (2016). Modeling and simulation of flow in fin-and-tube heat exchangers with phase change in the coolant side. Revista Internacional de Metodos Numericos para Calculo y Diseno en Ingenieria, 32(1), 31-38. <https://doi.org/10.1016/j.rimni.2014.11.002>

Dolors, M., & Cónsul, M. (2022). Aprendizaje basado en problemas: El Método ABP - Educrea. <https://educrea.cl/aprendizaje-basado-en-problemas-el-metodo-abp/>

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/>

Hernández Sampieri, R., & Fernandez-Collado, C. F. (2014). Metodología de la investigación (P. Baptista Lucio, Ed.; Sexta edición). McGraw-Hill Education.

Kim. (2015). (PDF) Remote structural health monitoring systems for next generation SCADA. ResearchGate. <https://doi.org/10.12989/ss.2013.11.5.511>

Okakita, N., Iwatake, K., Hirata, H., & Ueda, A. (2019). Contribution of precipitation to groundwater flow systems in three major alluvial fans in Toyama Prefecture, Japan: Stable-isotope characterization and application to the use of groundwater for urban heat exchangers. *Hydrogeology Journal*, 27(1), 345-362. <https://doi.org/10.1007/s10040-018-1850-y>

RAYO MUÑOZ, M. E., & OSPINA ROJAS, J. E. (2014). DISEÑO Y ELABORACIÓN DE UN PLAN DE DIRECTRICES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO E INSPECCIÓN DEL SISTEMA DE LEVANTAMIENTO DE EQUIPOS DE WORKOVER. <http://repositoriousco.co:8080/jspui/handle/123456789/2370>

ULEAM. (2023). <https://www.uleam.edu.ec/wp-content/uploads/2022/PEI-ULEAM-2022-2026.pdf>

UNITEV. (2024). U. A. de Formación Técnica y Tecnológica, Educación Virtual y otras modalidades de estudio. <https://carreras.uleam.edu.ec/unitev/>

Zambrano Edwin. (2020). Monitoreo de puentes en regiones andinas remotas. <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/8830?mode=full>