**Título**

**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA MÁQUINAS Y MONTAJES S.A.S.**

**Luis Goez, Oscar Tejedor González.**

**Facultad de Ingeniería, Tecnología en Desarrollo de Software, Algoritmo y Programación**

**Docente:**

**ANTONIO DE LAVALLE**

**Fecha**

**Marzo 2025**

**Capítulo I**

**1. Problema**

**1.1 Descripción del problema**

Máquinas y Montajes S.A.S., compañía dedicada a la manipulación a partir de grúas telescópicas, está atravesando un grave inconveniente debido a la carencia de un mecanismo fluido de registro de fallas en elemento pertenecientes a su propiedad. En este momento la información relacionada con fallas, mantenimientos preventivos y correctivos se recopila de forma manual y a partir de libros y hojas que se encuentran de manera analógica. Este tipo de procedimiento es muy lento y se hace difícil el acceso a determinadas informaciones relevantes en puntos críticos de manera que se producen demoras en el curso de las actividades de manejo de la empresa. Por la carencia del registro y el acceso a la información necesaria para un seguimiento adecuado, no le permite llevar un seguimiento del estado de sus máquinas de tal forma que se generan problemas a la hora de ejecutar efectivas tomas de decisiones como planificar el mantenimiento, la vida útil de los equipos, etc. Sin una herramienta que se limite analizar, el historial de fallas y el de reparaciones no resultan factibles las realizaciones de seguimiento de recursos, anticipar problemas, etc. La dependencia de documentos analógicos aumenta el riesgo inherente de error humano y de pérdida de información. Realizar un seguimiento manual, a partir de cambios de libro o de hojas es extremadamente costoso en términos de tiempo ya que el personal debe navegar por todos los registros y libros para encontrar datos de interés. No sólo retrasa las actividades de mantenimiento sino también, puede amenazar la capacidad de la empresa de controlar los plazos a los que sus clientes están sometidos, amenazando la continuidad de contratos y de oportunidades empresariales y, por lo tanto, generando pérdidas económicas y afectando la competitividad de la empresa en el mercado.

**1.2 Pregunta problema**

**¿Cómo** optimizar el registro de fallas y la programación de tareas de mantenimiento preventivo y correctivo para mejorar la eficiencia operativa en Maquinas y Montajes S.A.S

**1.3 Árbol del problema**

Atrasos en mantenimientos

Perdida económicas

Atrasos en perdida de información

Retrasos operativos

Historial de mantenimiento

Procesos manuales

Falta de documentación

Resistencia al cambio

**1.4 Justificación**

La implementación de un algoritmo de gestión de mantenimiento en Maquinas y Montajes S.A.S. ofrece múltiples beneficios como una mayor eficiencia operativa, reducción de costos, mejora de la seguridad y aumento de la disponibilidad de los equipos. Al automatizar tareas, optimizar procesos y tomar decisiones basadas en datos, se logra una gestión más eficaz de los activos. Además, la prevención de fallas y la programación de mantenimientos preventivos reducen el tiempo de inactividad de las grúas y minimizan el riesgo de accidentes laborales. El análisis de datos históricos permite tomar decisiones más estratégicas y basadas en evidencia.

Para desarrollar este algoritmo en Java, es necesario dominar conceptos como orientación a objetos, bases de datos, lógica de programación e interfaces gráficas (opcional). Modelando los equipos y procesos como objetos, se logra una representación más realista del sistema. Utilizando bases de datos se almacena la información de manera persistente y se accede a ella desde Java mediante JDBC

o Hibernate. La lógica de programación permite diseñar algoritmos eficientes para tareas como la planificación de mantenimientos y el análisis de datos.

El impacto de este algoritmo trasciende los límites de la empresa, beneficiando a empleados, clientes y la comunidad en general. Un entorno de trabajo más seguro y eficiente, el fomento del desarrollo tecnológico y la contribución a la eficiencia económica son algunos de los beneficios sociales.

**1.5 Objetivos**

**1.5.1 Objetivo general**

Desarrollar un sistema computarizado en Java para la gestión del mantenimiento en Maquinas y Montajes S.A.S., que permita optimizar el registro de fallas, la programación de tareas de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de izajes.

* + 1. **Objetivos específicos**
* Diseñar un sistema computarizado en java que permita registrar de forma detallada cada falla, mantenimiento realizado, piezas reemplazadas y técnicos responsables, asegurando el acceso rápido y eficiente a esta información.
* Programar tareas de mantenimiento preventivo y correctivo: Crear funcionalidades que faciliten la planificación automatizada de tareas de mantenimiento basadas en intervalos de tiempo, horas de uso o condiciones específicas de los equipos.
* Verificar la integridad y actualización de los datos de los trabajadores registrados en el sistema de mantenimiento, asegurando que la información de los técnicos asignados a cada tarea sea precisa y este correctamente documentada.
* Implementar un mecanismo de notificación para alertar a los trabajadores de los mantenimientos asignados para así reducir tiempos de inactividad en los equipos y mejorando la planificación operativa.

**2. Estado del arte**

**2.1 Antecedentes internacionales.**

Development of a Computerized Maintenance Management System (CMMS) for Industrial, Equipment. Deac et al. (2020) presentan la plataforma IOTIA, un CMMS diseñado para la Industria 4.0 que integra mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo mediante IoT y realidad aumentada. Este sistema destaca por su enfoque en la monitorización a nivel de componentes (no solo máquinas) y su capacidad para generar análisis predictivos (PHM), lo que optimiza la toma de decisiones. La solución propuesta por los autores valida la viabilidad de sistemas computarizados para reemplazar procesos manuales —problema central en Máquinas y Montajes S.A.S.— y refuerza la necesidad de herramientas flexibles como la planteada en este proyecto (Objetivo Específico 4: análisis predictivo). Además, su uso de tecnologías IoT y AR ofrece un referente para futuras escalabilidades del sistema desarrollado en Java

Martínez-García et al. (2021) presentan un estudio de implementación de sistemas de gestión de mantenimiento (MMS) y energía (EMS) en una planta química española, utilizando tecnologías de la Industria 4.0 como IoT y MES. Los autores destacan cómo la integración de estos sistemas optimiza el mantenimiento predictivo y reduce costos operativos, resolviendo problemas de gestión manual análogos a los identificados en Máquinas y Montajes S.A.S. Este caso refuerza la viabilidad de soluciones computarizadas basadas en datos históricos, alineándose con el objetivo de implementar análisis predictivo en el presente proyecto

*Predictive maintenance system for production lines in manufacturing: A machine learning approach using IoT data in real-time* (2023).

Este estudio desarrolló un sistema de mantenimiento predictivo en líneas de producción mediante el uso de datos generados por sensores IoT y algoritmos de aprendizaje automático. La solución permitió anticipar fallas antes de que ocurrieran, reduciendo así los paros no programados. Aunque el presente proyecto no emplea IoT ni aprendizaje automático, comparte el objetivo de prevenir fallas y mejorar la eficiencia operativa mediante el análisis sistematizado de fallas y mantenimientos. Este antecedente refuerza la viabilidad futura de evolucionar hacia sistemas predictivos a partir del registro digital de información que se propone implementar.

**2.2 Antecedentes Nacionales**

Velásquez Rodríguez, E., & Custodio Ruiz, Á. (2011). *Sistema para la gestión del mantenimiento para un control supervisorio basado en software libre*. Universidad Ciencia y Tecnología de Venezuela.

Este estudio desarrolló un sistema de mantenimiento preventivo para plantas de tratamiento de agua utilizando herramientas de software libre (HTML, PHP, Java, MySQL). El sistema permite supervisar equipos, gestionar rutinas de mantenimiento y generar informes, siendo compatible con Windows y Linux.

Blanco Meza, E. J. (2014)**.** *Implementación de un prototipo en software libre para la gestión de préstamo de materiales en una institución educativa, caso de estudio (Universidad de Cartagena)*. Universidad Autónoma de Bucaramanga.

La investigación diseñó un prototipo de software libre para gestionar préstamos de materiales en laboratorios universitarios, optimizando procesos manuales. El sistema fue desarrollado con herramientas de código abierto, destacando la importancia de metodologías adaptables en ingeniería de software.

Padilla Yanez, K. (2022). *Actualización del sistema de gestión de mantenimiento de la empresa CANTECO S.A. para disminuir los tiempos muertos de la maquinaria y el índice de mantenimiento correctivo*. Universidad de Córdoba, Montería.

En este proyecto, se actualizó el sistema de gestión de mantenimiento en una empresa de explotación de canteras y construcción, implementando registros técnicos, programación de mantenimientos preventivos y análisis de indicadores de desempeño de maquinaria. Los resultados evidenciaron una disminución en los tiempos muertos y en el índice de mantenimientos correctivos, similar a los objetivos planteados en el presente proyecto.

**2.3. Antecedentes locales**

**Universidad Tecnológica de Bolívar. (2007).** *Diseño de software para optimizar la gestión de mantenimiento en la sección de equipos rodantes en la empresa COTECMAR – Planta Mamonal*.

Este proyecto creó un programa usando Microsoft Excel y Access para gestionar el mantenimiento de equipos rodantes en COTECMAR. Incluyó módulos para registrar actividades, programar mantenimientos y generar reportes, enfatizando la reducción de costos y la integridad de los equipos.

**2.4 Marco Teórico**

La gestión del mantenimiento es un componente esencial en el ciclo de vida de los activos físicos de una empresa, ya que influye directamente en la productividad, seguridad y disponibilidad de los equipos. Según Mobley (2002), existen tres enfoques principales de mantenimiento: correctivo, preventivo y predictivo. El mantenimiento correctivo se realiza una vez ocurre la falla, mientras que el preventivo busca anticiparse mediante rutinas programadas. Por su parte, el mantenimiento predictivo utiliza datos históricos o en tiempo real para anticipar fallos futuros, optimizando la planificación de los recursos.

La aplicación de tecnologías de la información en la gestión de mantenimiento ha dado lugar a los llamados Sistemas de Gestión de Mantenimiento Computarizado (CMMS). Estos sistemas permiten digitalizar registros de fallas, gestionar inventarios de repuestos y programar intervenciones (Alarcón et al., 2021). El uso de software específico reduce el error humano, centraliza la información y facilita la toma de decisiones basada en evidencia.

En el contexto de la cuarta revolución industrial (Industria 4.0), el mantenimiento ha evolucionado hacia modelos más inteligentes. Según Deac et al. (2020), la integración del Internet de las Cosas (IoT) con algoritmos de inteligencia artificial permite el monitoreo en tiempo real de equipos, generando alertas antes de que ocurran fallos críticos. Aunque este tipo de implementación es avanzada, requiere como base la recolección sistemática y organizada de información, justamente el propósito inicial del sistema que se propone en este proyecto.

En resumen, el marco teórico respalda la necesidad de transformar los procesos manuales en digitales, como un primer paso hacia una gestión moderna y eficiente del mantenimiento industrial.

**2.5 Marco Contextual**

Máquinas y Montajes S.A.S. es una empresa ubicada en Colombia, dedicada a la manipulación de cargas pesadas mediante grúas telescópicas. En su operación diaria, la disponibilidad y el estado técnico de las máquinas son factores críticos para cumplir con los plazos contractuales y mantener la seguridad operativa. Actualmente, la gestión del mantenimiento se realiza de manera manual, lo que ha generado retrasos, pérdida de información y dificultades para planificar reparaciones o intervenciones oportunas.

Este proyecto surge en ese entorno, con el objetivo de implementar un sistema computarizado de gestión de mantenimiento que permita optimizar el registro de fallas, programar mantenimientos y organizar el inventario de repuestos. De esta manera, se busca responder a las necesidades operativas reales de la empresa, reducir los tiempos de inactividad, prevenir pérdidas económicas y mejorar la capacidad de toma de decisiones. Además, se contribuye a una cultura organizacional orientada hacia la innovación tecnológica y la eficiencia industrial (Martínez-García et al., 2021).

**2.5 Marco Contextual**

Máquinas y Montajes S.A.S. es una empresa ubicada en Colombia, dedicada a la manipulación de cargas pesadas mediante grúas telescópicas. En su operación diaria, la disponibilidad y el estado técnico de las máquinas son factores críticos para cumplir con los plazos contractuales y mantener la seguridad operativa. Actualmente, la gestión del mantenimiento se realiza de manera manual, lo que ha generado retrasos, pérdida de información y dificultades para planificar reparaciones o intervenciones oportunas.

Este proyecto surge en ese entorno, con el objetivo de implementar un sistema computarizado de gestión de mantenimiento que permita optimizar el registro de fallas, programar mantenimientos y organizar el inventario de repuestos. De esta manera, se busca responder a las necesidades operativas reales de la empresa, reducir los tiempos de inactividad, prevenir pérdidas económicas y mejorar la capacidad de toma de decisiones. Además, se contribuye a una cultura organizacional orientada hacia la innovación tecnológica y la eficiencia industrial (Martínez-García et al., 2021).

**2.6 Marco Legal**

El desarrollo e implementación de un sistema de gestión de mantenimiento debe enmarcarse en diversas disposiciones jurídicas que garantizan tanto la seguridad industrial como el adecuado uso de tecnologías de la información.

A nivel constitucional, el artículo 49 de la Constitución Política de Colombia establece la obligación del Estado y de los particulares de garantizar condiciones de seguridad y salud en el trabajo. Esto se relaciona directamente con la necesidad de contar con maquinaria en buen estado, cuyo mantenimiento adecuado contribuya a prevenir accidentes laborales.

La Ley 1562 de 2012, que modifica el sistema de riesgos laborales, obliga a las empresas a implementar programas de mantenimiento preventivo como parte de sus planes de salud ocupacional. En este sentido, un sistema digitalizado facilita el cumplimiento de dicha ley al permitir el seguimiento documentado de cada intervención.

Desde el punto de vista tecnológico, la Ley 527 de 1999, que regula el uso de mensajes de datos, firmas digitales y comercio electrónico, respalda la legalidad del manejo de registros electrónicos, como los que se generarían en el sistema propuesto.

Finalmente, el Decreto 1072 de 2015, que compila las normas del sector trabajo, obliga a las empresas a mantener información clara, verificable y actualizada sobre sus procesos operativos, lo cual incluye la trazabilidad del mantenimiento de equipos.

Estas disposiciones legales justifican la importancia del proyecto no solo en términos técnicos, sino también como un medio para cumplir con la normatividad vigente y mejorar el entorno laboral.

**3. Metodología**

**3.1 Tipo de investigación**

La presente investigación se enmarca dentro del paradigma positivista, ya que se fundamenta en la observación sistemática y la recolección de

datos objetivos y medibles relacionados con los procesos de mantenimiento en Máquinas y Montajes S.A.S. Este enfoque permite analizar la situación actual, identificar problemáticas operativas y diseñar una solución tecnológica basada en datos concretos.

El enfoque de la investigación es cuantitativo, debido a que se recolecta y analiza información numérica relacionada con las fallas, mantenimientos realizados, tiempos de inactividad y consumo de repuestos. A partir de estos datos, se propone un sistema computarizado que facilite el registro, seguimiento y evaluación de estas variables de forma automatizada.

La modalidad adoptada es descriptiva, ya que el estudio se centra en caracterizar la situación actual de la empresa en cuanto a su gestión del mantenimiento, describir las deficiencias encontradas, y exponer el diseño e implementación de un sistema informático que permita mejorar este proceso. No se busca manipular variables, sino representar de manera precisa y sistemática el fenómeno observado para proponer una solución aplicable.

**3.2 Diseño Metodológico**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Objetivo Específico** | **Actividades** | **Resultados** |
| **1. Automatizar el registro de fallas en los equipos** | - Revisión del proceso actual de registro de fallas - Diseño de una estructura digital para el registro de datos - Codificación del módulo de registro en Java | - Identificación de problemas en el registro manual - Modelo de registro digital estructurado - Módulo funcional que permite almacenar registros de fallas |
| **2. Programar mantenimientos preventivos y correctivos** | - Recolección de datos históricos de mantenimientos - Definición de reglas de programación en el sistema - Desarrollo del calendario de mantenimientos | - Base de datos con historial de mantenimientos - Algoritmo de programación implementado - Interfaz funcional con programación automática |
| **3. Generar órdenes de trabajo automáticamente** | - Definición de campos clave para la orden de trabajo - Implementación del generador automático de órdenes - Pruebas con datos reales de la empresa | - Plantilla digital de orden de trabajo - Módulo funcional que genera órdenes según criterios definidos - Validación del funcionamiento con ejemplos reales |
| **4. Implementar funciones de análisis predictivo básicos** | - Diseño de consultas para visualizar tendencias (gráficas, tablas) - Codificación de filtros por equipo, fecha y tipo de falla - Pruebas de visualización con la base de datos simulada | - Visualización de tendencias y patrones - Herramienta básica de análisis dentro del sistema - Reportes exportables generados automáticamente |
| **5. Generar informes periódicos de mantenimiento** | - Definición de los informes necesarios (por equipo, por mes, por tipo de intervención) - Diseño del generador de reportes (PDF o Excel) - Integración con el sistema | - Plantillas de informe definidas y validadas - Generador automático funcional - Posibilidad de impresión o exportación de los datos |
| **6. Capacitar al personal en el uso del sistema** | - Diseño de manual de usuario - Realización de jornada de capacitación en la empresa - Recolección de feedback del personal | - Manual entregado en formato digital - Personal capacitado para operar el sistema - Mejoras realizadas a partir del feedback recibido |

**Referencias**

Alarcón, M., Martínez-García, F. M., & de León Hijes, F. C. G. (2021). Energy and maintenance management systems in the context of industry 4.0. Implementation in a real case. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *142*, 110841.

Deac, C. Deac, G. Popa, C. & Coteţ, C. (2020). COMPUTERIZED MAINTENANCE MANAGEMENT SYSTEM (CMMS) IOTIA–MAINTENANCE PLATFORM IMPLEMENTATION FOR INDUSTRY 4.0. *Proceedings in Manufacturing Systems*, *15*(3), 103-111.

Velásquez Rodríguez, E., & Custodio Ruiz, Á. (2011). Sistema para la gestión del mantenimiento para un control supervisorio basado en software libre. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, *15*(59), 103-113.

Blanco Meza, E. J. (2014). Implementación de un prototipo en software libre para la gestión de préstamo de materiales en una institución educativa, caso de estudio (Universidad de Cartagena).

Vela, E. & Álvarez Barrios, H. (2007). Diseño de software para optimizar la gestión de mantenimiento en la sección de equipos rodantes en la empresa Cotecmar-Planta Mamonal.

Constitución Política de Colombia. (1991). *Artículo 49*. Recuperado de <https://www.constitucioncolombia.com>

Congreso de Colombia. (2012). *Ley 1562 de 2012. Por la cual se modifica el sistema de riesgos laborales y se dictan otras disposiciones en materia de salud ocupacional*. Diario Oficial No. 48.488. Recuperado de <https://www.funcionpublica.gov.co>

Congreso de Colombia. (1999). *Ley 527 de 1999. Por medio de la cual se define y reglamenta el acceso y uso de los mensajes de datos, del comercio electrónico y de las firmas digitales*. Diario Oficial No. 43.673. Recuperado de <https://www.funcionpublica.gov.co>

Ministerio del Trabajo. (2015). *Decreto 1072 de 2015. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo*. Recuperado de <https://www.mintrabajo.gov.co>