



Metodología de una propuesta de gestión de mantenimiento para equipos electromecánicos en una instalación universitaria

Methodology of a maintenance management proposal for electromechanical equipment in a university facility

Metodologia de uma proposta de gerenciamento de manutenção de equipamentos eletromecânicos em uma unidade universitária

Fabrizio Ernesto Pin-Cantos ^I

fpin4491@utm.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0009-8255-9740>

Danny Paul Brito-Jordan ^{II}

danny.brito@utm.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0001-3888-9728>

Francis Benjamín Gorozabel-Chata ^{III}

francis.gorozabel@utm.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-1092-3346>

Correspondencia: fpin4491@utm.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas

Artículo de Investigación

* **Recibido:** 10 de febrero de 2024 * **Aceptado:** 27 de marzo de 2024 * **Publicado:** 15 de abril de 2024

- I. Estudiante del Programa de Maestría en Mantenimiento Industrial, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.
- II. Docente de la Facultad de Posgrado, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.
- III. Docente de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Posgrado Universidad Técnica de Manabí, Maestría en Mantenimiento Industrial Mención en Gestión Eficiente del Mantenimiento, Ecuador.

Resumen

El presente artículo se describe de manera detallada la metodología para realizar una propuesta de gestión de mantenimiento para equipos electromecánicos en una instalación universitaria, la cual estará basada en las cinco fundacionales del Mantenimiento Planificado que es uno de los pilares del Mantenimiento Productivo Total (TPM): Gestión de activos fijos, Gestión de órdenes de trabajo, Gestión de análisis de averías, Gestión de almacén técnico, Desarrollo de expertos técnicos. La metodología para seguir para llevar a cabo esta propuesta abarca cuatro etapas. En la etapa uno corresponde a la caracterización de la edificación universitaria en la cual se encuentran los equipos electromecánicos, la etapa dos es el levantamiento de información relacionada a la gestión de mantenimiento que se realiza en los equipos, la tercera fase comprende a la propuesta de la gestión de mantenimiento basada en las cinco fundacionales y en la cuarta y última etapa se analizarán los resultados de la propuesta. Finalmente, los resultados describen la manera de aplicar los métodos y técnicas de mantenimiento y sus ventajas para poder mejorar la actual situación de la gestión de mantenimiento en los equipos electromecánicos del edificio.

Palabras clave: Gestión de mantenimiento; Cinco fundacionales; Equipos electromecánicos.

Abstract

This article describes in detail the methodology to carry out a maintenance management proposal for electromechanical equipment in a university facility, which will be based on the five foundations of Planned Maintenance, which is one of the pillars of Total Productive Maintenance (TPM): Fixed asset management, Work order management, Breakdown analysis management, Technical warehouse management, Technical expert development. The methodology to follow to carry out this proposal covers four stages. Stage one corresponds to the characterization of the university building in which the electromechanical equipment is located, stage two is the collection of information related to the maintenance management carried out on the equipment, the third phase includes the proposal of maintenance management based on the five foundational principles and in the fourth and final stage the results of the proposal will be analyzed. Finally, the results describe the way to apply maintenance methods and techniques and their advantages in order to improve the current situation of maintenance management in the building's electromechanical equipment.

Keywords: Maintenance management; Five foundational; Electromechanical equipment.

Resumo

Este artigo descreve detalhadamente a metodologia para realizar uma proposta de gestão de manutenção de equipamentos eletromecânicos em uma instalação universitária, que se baseará nos cinco fundamentos da Manutenção Planejada, que é um dos pilares da Manutenção Produtiva Total (TPM). : Fixa gerenciamento de ativos, gerenciamento de ordens de serviço, gerenciamento de análise de avarias, gerenciamento técnico de armazém, desenvolvimento técnico especializado. A metodologia a seguir para levar a cabo esta proposta abrange quatro etapas. A primeira fase corresponde à caracterização do edifício universitário onde se encontra o equipamento eletromecânico, a segunda fase é a recolha de informação relativa à gestão da manutenção efectuada nos equipamentos, a terceira fase inclui a proposta de gestão da manutenção baseada nos cinco fundamentos princípios e na quarta e última etapa serão analisados os resultados da proposta. Por fim, os resultados descrevem a forma de aplicar métodos e técnicas de manutenção e suas vantagens para melhorar a situação atual da gestão da manutenção nos equipamentos eletromecânicos do edifício.

Palavras-chave: Gestão de manutenção; Cinco fundamentais; Equipamento eletromecânico.

Introducción

La gestión de mantenimiento es el trabajo de planificación y control que debe realizarse para maximizar la disponibilidad y efectividad de la infraestructura requerida por el sistema de producción en este caso de investigación es una institución educativa requiriendo su disponibilidad y efectividad para sus actividades educativas.

Las instituciones de educación universitaria no escapan de esta realidad, donde el aumento de la población estudiantil, especialmente en el sector público, genera la necesidad de incrementar los requerimientos de servicios por mantenimiento de las instalaciones. Por este motivo resulta indispensable aplicar gestión de mantenimiento a los equipos dentro de las instalaciones, logrando satisfacer las necesidades en los usuarios y administradores (Loaiza, 2019).

En su análisis Marqués (2019), dice que el fin del mantenimiento en un edificio es dar una disponibilidad completa, satisfactoria y de confianza a la persona que vaya a realizar una actividad

dentro de la infraestructura, en este caso el edificio sobre el que se imparte docencia para que se encuentre en óptimas condiciones para el uso de todas las personas que lo utilicen.

La gestión de mantenimiento son las actividades de planificación y control para que la funcionalidad de los equipos sea la adecuada en función de los objetivos y normas establecidas por una organización debidamente estructurada. Por lo general estos objetivos son el costo, calidad y tiempo oportuno. Estas actividades de planificación tienen diferentes metodologías y son muy usadas en el plano industrial para el mantenimiento de sus diferentes equipos electromecánicos para la producción. Entre estas estrategias destacan el Mantenimiento Productivo Total (TPM), el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) y los softwares de Gestión de Mantenimiento Asistido por Computadora (GMAO).

En el caso del TPM es un sistema de mantenimiento con el objetivo de mejorar el rendimiento de los equipos, reducir las fallas y anima a que los operadores encargados hagan mantenimiento autónomo, haciendo que el grupo de operadores se integre durante el proceso del día a día (Ngoy, K., & Israel, K., 2021). El TPM está fundamentado en ocho pilares de los cuales el Mantenimiento Planificado es una técnica utilizada para prevenir fallas en los equipos y también busca minimizar los tiempos de parada efectuando actividades de mantenimiento preventivo y predictivo de manera planificada, en lugar de responder a fallas imprevistas. Es por esta razón que el Mantenimiento Planificado al basarse en buscar condiciones favorables para la operación de equipos, así como para alargar su vida útil y resolver problemas que presenten para reducir tiempos de reparación y/o paradas hace que se presenten sus cinco fundacionales o bases para aplicarlas como son Gestión de activos fijos, Gestión de órdenes de trabajo, Gestión de análisis de averías, Gestión de almacén técnico, Desarrollo de expertos técnicos. Cada una importante en el diseño de esta estrategia de mantenimiento en base a las necesidades de la gestión en este caso de los equipos electromecánicos de una edificación universitaria.

Métodos

Para realizar la propuesta de la gestión de mantenimiento basado en las cinco fundacionales se divide el método en cuatro etapas:

Etapas 1: Caracterización de la instalación objeto de estudio.

La instalación universitaria será objeto de una descripción detallada, su ubicación geográfica, de las funciones que se realizan, los equipos electromecánicos con los que se cuenta, el personal humano, etc. Con el fin de obtener una perspectiva idónea para la propuesta.

Etapa 2: Levantamiento y análisis de la información.

En esta etapa se procesa la información necesaria para la elaboración del estado del sistema de gestión de mantenimiento de la instalación universitaria.

Revisión de documentos: Se realiza esta técnica mediante la investigación de la tabla de documentos de mantenimiento con los que cuenta la edificación y con el porcentaje de estos criterios para su análisis. En la Tabla 1 se analiza los documentos con los que cuenta la gestión de mantenimiento en la edificación y se valora con la Tabla 2 el porcentaje de criterios con el que cuenta la instalación universitaria.

Tabla 1: Tabla de documentos de mantenimiento con los que cuenta la instalación universitaria.

Ítem	Implementado	No Implementado	Utilizado	Total
División de las plantas y áreas del edificio.				
Inventario de máquinas.				
Documento de información técnica de la máquina.				
Documento de planeación y programación del mantenimiento.				
Documento de solicitud de trabajo.				
Documento de orden de trabajo.				

Documento de análisis de averías.

Documento de criticidad de repuestos.

Documento de análisis de indicadores.

Matriz de competencias para desarrollo de expertos técnicos.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2: Valor en porcentaje de los criterios de mantenimiento.

criterio	Calificación	Detalle
Deficiente	Entre 0% y 30%	El desempeño de la gestión de mantenimiento presenta errores y se evidencia inconsistencias importantes en su estructura
Regular	Entre 30% y 70%	Se evidencia desempeño de la gestión de mantenimiento y presenta muchas inconsistencias en su estructura
Buena	Entre 70% y 90%	Se evidencia desempeño de la gestión de mantenimiento y en algunas ocasiones presenta inconsistencias
Excelente	Entre 90% y 100%	Presenta gestión del mantenimiento, cumple con lo esperado

Fuente: Elaboración propia.

Observación directa: Esta técnica ofrece una visión del objeto de estudio, sin alterar su campo de acción, este procedimiento se lo realizo durante la visita programada en sitio.

Visita en sitio: Esta técnica proporciona el conocimiento de las condiciones y características técnicas en las que trabaja el objeto de estudio. En la Tabla 3 se llena la matriz con la lista de

equipos electromecánicos con lo que cuenta el edificio universitario y la función que cumplen dentro de las instalaciones.

Tabla 3: Listado de equipos electromecánicos y función.

Activo	Función
---------------	----------------

Fuente: Elaboración propia.

Ficha de operatividad de los equipos: Luego de realizar la observación directa y al obtener el listado de los equipos electromecánicos con los que cuenta la edificación se aplica esta ficha para conocer información destacada en cuanto a la situación en que se encuentran los equipos electromecánicos. En la Tabla 4 se determina el estado de los equipos electromecánicos con los que cuenta la instalación universitaria si están operativos o no.

Tabla 4: Ficha de operatividad de equipos.

Número de equipos	Situación	
	Operativo	No Operativo

Fuente: Elaboración propia.

Etapas 3: Propuesta de las cinco fundacionales del Mantenimiento Planificado.

Se determina la propuesta de un Sistema de gestión de mantenimiento para una instalación universitaria basada en las cinco fundacionales del mantenimiento, desarrollando actividades de mantenimiento que tengan como objetivo una excelente gestión de mantenimiento.

En los cuales deben integrarse la Gestión de activos fijos, Gestión de órdenes de trabajo, Gestión de análisis de averías, Gestión de almacén técnico y el desarrollo de expertos técnicos.

La gestión de activos fijos

La gestión de activos son acciones asociadas a decisiones administrativas, orientadas a optimizarla rentabilidad de los activos con la finalidad de conservar y/o restituir los equipos de producción a unas condiciones que les permiten cumplir con una función requerida durante ciertos periodos de tiempos. (Parra, C. y Crespo, A., 2015).

La gestión implica conocer la vida de cada equipo desde que ingresa hasta que se le da de baja, registrando todas las actividades y cambios que se han hecho sobre cada uno de ellos, así como su identificación con un código que lo haga único y a la vez lo enlace a equipos de similares características. (Gestión y Planificación del Mantenimiento Industrial, 2018).

Para Parra, C. (2021) la gestión de activos representa un proceso para dar solución a:

- Demandas y exigencias de mercados y grupos de interés.
- Un entorno económico turbulento y de intensa presión competitiva.
- La excelencia necesaria en los procesos clave del negocio.

La información básica que se debe disponer sobre los equipos es su identificación (código), ubicación, fecha de instalación, estado o condición, información técnica, historia del equipo (incluye fallas registradas, tipo de fallas) y programa de mantenimiento, herramientas especiales y procedimientos de seguridad. (Duffuaa, Raouf y Dixon, 2000 citado por Arellano, M., López, M., Oliva, K., & Soler, K., 2010).

A partir de esto entonces se toma de base la Norma ISO 14224 que define la taxonomía como la clasificación sistemática de equipos o sistemas en grupos genéricos basada en sus características comunes (localización, uso, tipo de equipo, etc.), la taxonomía es representada en forma de pirámide como se observa. en la Figura 1 y representa la ubicación del equipo o activo dentro de la organización.

Figura1: Clasificación por niveles taxonómicos.

Localización	→	Nivel 1	Planta
		Nivel 2	Área operacional
		Nivel 3	Área específica
		Nivel 4	Sistema
Subdivisión de equipos	→	Nivel 5	Equipo
		Nivel 6	Componente

Fuente: Elaboración propia.

Al obtener una clasificación por niveles taxonómicos se puede realizar el análisis de criticidad de los activos para aplicar la matriz de criticidad y obtener el análisis de criticidad de los equipos se deben seguir ciertos criterios para el mantenimiento de equipos electromecánicos en un edificio no pueden considerarse algunos que calculan la productividad de una industria. Es por esta razón que los aspectos que buscan determinar la criticidad que produce la falla en un equipo en el área operativa se lo cambia por los efectos que generan las fallas de los equipos en las funciones que debe cumplir en el edificio y que afectan al confort dentro del edificio (Viscaíno, M., 2016). De esta manera podemos considerar los siguientes criterios de la Tabla 5 para evaluar la criticidad de activos.

Tabla 5: Criterios de evaluación para criticidad de activos.

Criterios	Ponderación
Frecuencia de fallas	
4 o más fallas/año.	4
3 fallas/año.	3
2 fallas/año.	2
1 falla/año.	1
Impacto en las funciones del edificio	
No se puede utilizar las diferentes áreas del edificio.	10
Deficiencias en la iluminación.	7
Mala calidad en aire y temperatura interior.	4
Afecta la movilización en las diferentes áreas del edificio.	1
Flexibilidad operacional del edificio	
No hay otro equipo que lo pueda suplir.	4
El sistema puede seguir operando, pero genera molestias.	2
Hay otro equipo que lo puede suplir.	1
Costo de mantenimiento	
Mayor a \$2,000.	3
Entre \$1,000 y \$2,000.	2
Menor a \$1,000.	1

Impacto en seguridad, ambiente e higiene

Afecta la seguridad y salud humana.	8
Afecta al ambiente produciendo daños.	5
Provoca daños menores accidentes o incidentes.	2

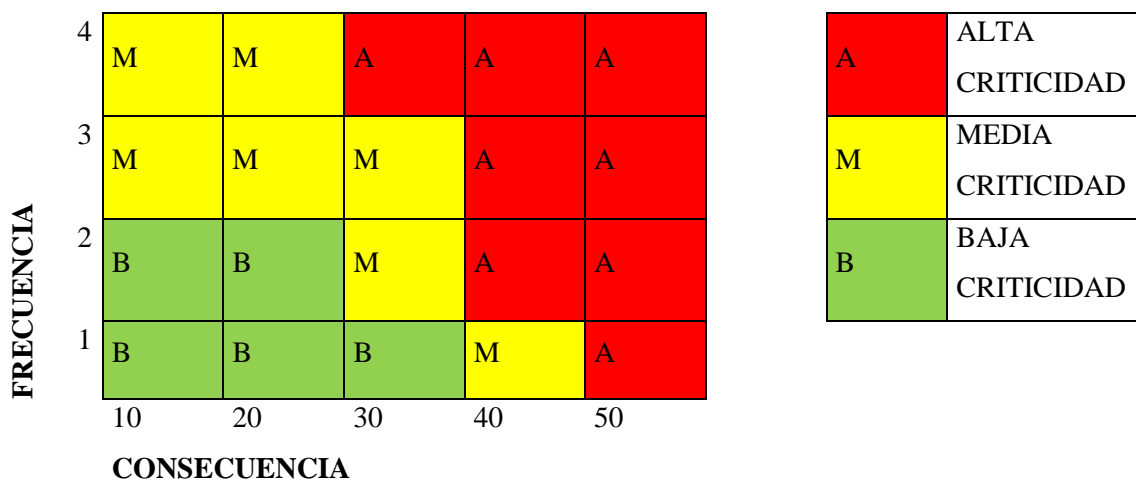
Fuente: Elaboración propia.

Al definir los criterios se puede seguir con el análisis de criticidad la cual obtendremos de la siguiente ecuación:

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} * \text{Consecuencia} \quad (1)$$

Donde la Frecuencia será el número de fallas que presenta el sistema y la Consecuencia estará relacionada con el impacto en las funciones y la flexibilidad operacional, costos de mantenimiento y el impacto en seguridad, ambiente e higiene. Y entonces con el resultado se determina la criticidad de cada activo de acuerdo con la matriz de criticidad representada en el gráfico 2.

Gráfico 2: Matriz de criticidad.



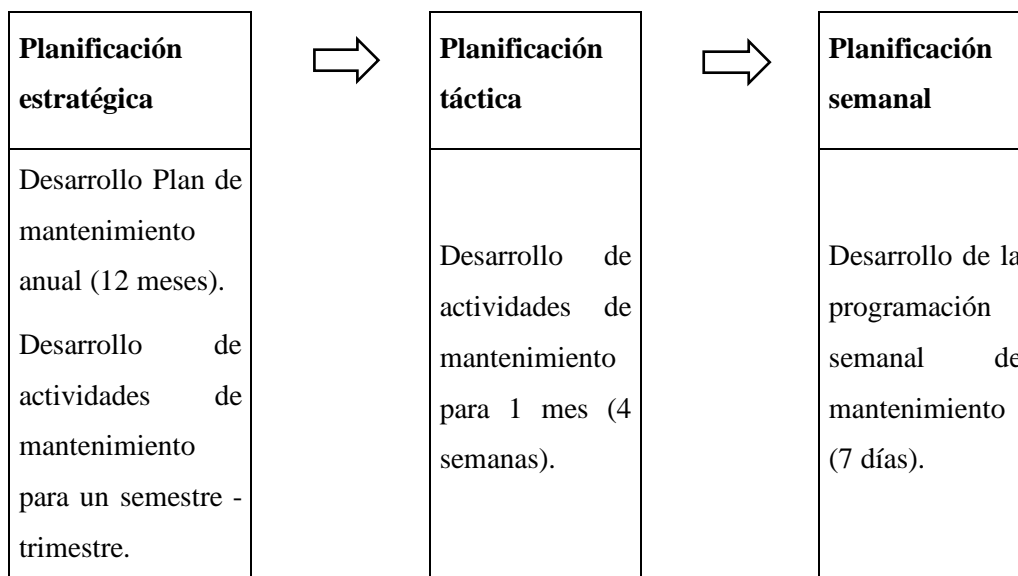
Fuente: Elaboración propia.

La gestión de órdenes de trabajo

La planificación y programación de actividades de mantenimiento deberá partir de una planificación a largo plazo o estratégica (trimestral/anual), para luego pasar a una planeación táctica (mensual) y obtener una planeación semanal como se muestra en el Gráfico 3, y toda esta información debe estar documentada como menciona Loaiza, A., (2019) al ser una actividad en

que la organización ve especificados datos importantes como quien va a realizar dicha actividad, que actividad se va a realizar.

Gráfico 3: Planeación estratégica, planeación táctica y planeación semanal.



Fuente: Elaboración propia.

El propósito del sistema de órdenes de trabajo es proporcionar medios para solicitar por escrito el trabajo que va a realizar el departamento de mantenimiento, seleccionar por operación el trabajo solicitado, asignar el mejor método y los trabajadores más calificados para el trabajo, reducir el costo mediante una utilización eficaz de los recursos, mejorar la planeación y la programación del trabajo de mantenimiento, y mejorar el mantenimiento en general. Dependiendo del diseño del formato, ésta puede ser utilizada como una solicitud de trabajo, un documento de planeación, un registro histórico, una herramienta para el monitoreo y control, y una notificación de trabajo completado. (Arellano, M., López, M., Oliva, K., & Soler, K., 2010).

Sirve también para controlar el trabajo de mantenimiento, cuando se efectúa este control, se vigila si el trabajo se efectuó acorde con las normas de calidad y tiempo y se generan los informes pertinentes. (Prieto, A. T., Zambrano, E., & Castillo, R., 2013).

Gestión de análisis de averías

Según Yavarone, R (2019), el análisis de falla es un examen sistemático de la pieza o componente dañado para determinar la causa raíz de la falla y usar esta información para mejorar la confiabilidad del medio productivo. El análisis de falla está diseñado para:

- Identificar los modos de falla (la forma de fallar del producto o pieza).
- Identificar el mecanismo de falla (el fenómeno físico involucrado en la falla).
- Determinar la causa raíz (el diseño, defecto o cargas que llevaron a la falla).
- Recomendar métodos de prevención de la falla.

Entonces se propone la utilización de una matriz AMFE (Análisis Modal de Fallos y Efectos) como herramienta para la identificación y análisis de fallos potenciales, es un método cualitativo que también resulta de utilidad en la prevención de riesgos favorables. Esta matriz está basada en la Nota Técnica de Prevención NTP 679.

Gravedad G. La nota dice que mide el daño que provoca el fallo según la percepción del cliente-usuario. El valor del índice en función de la insatisfacción generada, se lo puede mejorar mediante acciones en el diseño. Se le dará un valor de acuerdo con los criterios de la Tabla 6.

Tabla 6: Clasificación de la gravedad del modo fallo según la repercusión en el cliente/usuario

Gravedad	Criterio	Valor
Muy Baja Repercusiones imperceptibles	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema. Probablemente, el cliente ni se daría cuenta del fallo.	1
Baja Repercusiones irrelevantes apenas perceptibles	El tipo de fallo originaria un ligero inconveniente al cliente. Probablemente, éste observara un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia. Es fácilmente subsanable.	2-3
Moderada Defectos de relativa importancia	El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción en el cliente. El cliente observará deterioro en el rendimiento del sistema.	4-6
Alta	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. Produce un grado de insatisfacción elevado.	7-8

Muy Alta Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta el funcionamiento de seguridad del producto o proceso y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias. Si tales incumplimientos son graves corresponde un 10.

Fuente: NTP 679.

Frecuencia F. Mide la repetitividad potencial u ocurrencia de un determinado fallo. Se puede reducir la frecuencia mejorando los sistemas de prevención y control que impiden que se produzca el fallo. Se le dará un valor de acuerdo con los criterios de la Tabla 7.

Tabla 7: Clasificación de la frecuencia/ probabilidad de ocurrencia del modo de fallo

Frecuencia	Criterio	Valor
Muy Improbable	Baja Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos, ni se ha dado nunca en el pasado, pero es concebible.	1
Baja	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es razonablemente esperable en la vida del sistema, aunque es poco probable que suceda.	2-3
Moderada	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del componente/sistema.	4-5
Alta	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o previos procesos que han fallado.	6-8
Muy Alta	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente.	9-10

Fuente: NTP 679.

Detectabilidad D. Es la capacidad de detectar el fallo antes de que se produzca. Cuando menor sea la capacidad de detección mayor será el índice de Detectabilidad y mayor será el índice de Riesgo IPR. Se le dará un valor de acuerdo con los criterios de la Tabla 8.

Tabla 8: Clasificación de la facilidad de detección del modo de fallo.

Detectabilidad	Criterio	Valor
Muy Alta	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes.	1
Alta	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad a posteriori.	2-3
Mediana	El defecto es detectable y posiblemente no llegue al cliente. Posiblemente se detecte en los últimos estadios de producción.	4-6
Pequeña	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento.	7-8
Improbable	El defecto no puede detectarse. Casi seguro que lo percibirá el cliente final.	9-10

Fuente: NTP 679.

Índice de Riesgo IPR. Está basado en el método de riesgos de FINE, William T., en el AMFE se incorpora a la detectabilidad. Siendo el producto de la frecuencia por la gravedad y por la detectabilidad y será calculado para todas las causas de fallo.

$$IPR = D * G * F \quad (2)$$

Gestión de almacén técnico

La gestión de almacenes es definida como el proceso logístico que trata la recepción, almacenamiento y movimiento dentro de un mismo almacén hasta el lugar en donde se utilizará un material. Su objetivo consiste en garantizar el suministro continuo y oportuno de los materiales y medios de producción requeridos para asegurar los servicios de forma continua. (Salazar López, B. 2019).

Un almacén es un área en donde se dispone de los elementos más susceptibles y de cambio urgente, así como también en donde se almacenan elementos auxiliares y herramientas para realizar los

diferentes trabajos de mantenimientos. (Marqués, 2019), manteniendo un número adecuado de estos repuestos y materiales garantizando su disponibilidad para realizar tareas de mantenimiento. Para Herrera-Galán, M., & Duany-Alfonzo, Y. (2016) es necesario que exista un almacén para mantenimiento o una sección de insumos de mantenimiento dentro del almacén general, con un responsable del manejo de dicho almacén, y que tenga todo organizado, básicamente con:

- Un listado de los repuestos existentes.
- Listado de material necesario: combustibles, elementos de desgastes, instrumentación.
- Listado con el mínimo Stock necesario para ejecutar la función de mantenimiento en no menos de un año.

Se utilizará el método PR-C&V: priorización de repuestos por criticidad y valor económico (Contreras, J. y Parra, C., 2020) en el cual se debe asignar a cada ítem del inventario uno de los 9 códigos posibles de la tabla de acuerdo con la categoría que le corresponda según su valor y criticidad.

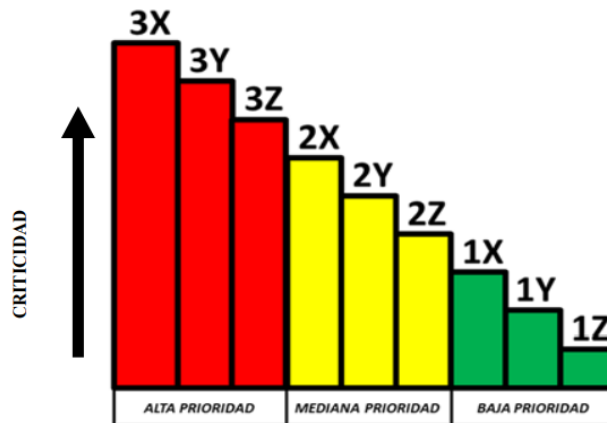
Tabla 9: Códigos para ítems en inventario.

CRITICIDAD	3	3Z	3Y	3X
	2	2Z	2Y	2X
	1	1Z	1Y	1X
		Z	Y	X
		VALOR		

Fuente: Contreras, J. y Parra, C. (2020)

Se definirá un orden de jerarquía para orientar los esfuerzos para la optimización de inventarios. Si se da prioridad al valor de criticidad se establecerá la jerarquía de acuerdo con el Grafico 3.

Gráfico 3. Jerarquía definida por la criticidad de materiales.



Fuente: Contreras, J. y Parra, C. (2020)

La gestión de desarrollo de expertos técnicos

Marrero-Hernández, R. A., Martínez-Delgado, E., & Vilalta-Alonso, J. A. (2019), explican que la conformación de un grupo de expertos para el diagnóstico del mantenimiento va a lograr que se genere un compromiso de los operadores y también se va a conseguir que se faciliten la toma de decisiones.

Para Prieto, A. T., Zambrano, E., & Castillo, R. (2013), el recurso humano involucrado en el mantenimiento deba estar debidamente capacitado, resulta también sumamente importante que esté motivado, en el entendido que la motivación afectará su productividad. Un trabajador motivado hará mejor uso de los recursos de los que dispone, identificándose con los objetivos organizacionales siendo más productivo.

La capacitación es un proceso a través del cual se adquieren, actualizan y desarrollan conocimientos, habilidades y actitudes para el mejor desempeño de una función laboral o conjunto de ellas. (Moyón Moyón, C. D. R., & Ruiz Constante, G. N., 2018). En base a esto se plantea la utilización de una matriz en la que se evaluará la evolución de los técnicos de mantenimiento tanto en sus capacidades profesionales, así como también su capacidad física en la que se encuentra y su capacidad ética dentro de su ambiente laboral como se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10: Matriz de competencias para desarrollo de expertos técnicos.

Matriz de competencias

Competencia	Características	Niveles de competencia
Capacidad profesional	Supervisión, interpretación de manuales, conocimiento de normas y procedimientos de mantenimiento industrial, conocimientos en SSO, conocimientos en actividades de mantenimiento industrial, uso de equipos y manipulación de herramientas.	1 - mínimo 5 - máximo
Capacidad ética	Integridad, responsabilidad, honestidad, colaboración, respeto, confidencialidad, cumplimiento de normativas.	1 - mínimo 5 - máximo
Capacidad física	Salud, capacidad motriz, capacidad coordinativa.	1 - mínimo 5 - máximo

Fuente: Elaboración propia.

Etapas 4: Análisis de resultados

Después de elaborar la propuesta del sistema de gestión de mantenimiento se procede a realizar un análisis de los resultados que se proyectarían con la propuesta para una futura implementación.

Se lo propone de una manera estadística descriptiva para exponer la información de los resultados obtenidos se ingresan a la Tabla 1 y evaluando con la Tabla 2 y realizar una comparación con la situación inicial en que se encuentra la gestión de mantenimiento de los equipos electromecánicos de la edificación que se obtienen con la Tabla 1 en donde se analiza los documentos iniciales con los que cuenta la gestión de mantenimiento en la edificación y en la Tabla 2 con la que se valora el porcentaje de criterios con el que cuenta la instalación universitaria.

Tabla 11: *Tabla de documentos de mantenimiento que se proponen para gestión de mantenimiento para la instalación universitaria.*

ITEM	Implementado	No Implementado	Propuesto	No propuesto	Porcentaje total
División de las plantas y áreas del edificio					
Inventario de máquinas					
Documento de información técnica de la máquina					
Documento de planeación y programación del mantenimiento					
Documento de solicitud de trabajo					
Documento de orden de trabajo					
Documento de análisis de averías					
Documento de análisis de indicadores					
Matriz de competencias para desarrollo de expertos técnicos					

Fuente: *Elaboración propia.*

Análisis y discusión de los resultados

Mediante la inspección en sitio, se puede conocer de qué manera se realiza la gestión de mantenimiento de una institución universitaria en base a la recopilación documental y también se puede conocer la situación operativa de sus equipos y sus actividades y periodos de mantenimiento. Al ejecutar un análisis del estado inicial de la documentación de mantenimiento y del estado de cada uno de los equipos electromecánicos del edificio se puede lograr poner en práctica un método adecuado para proponer la gestión de mantenimiento que permita alcanzar las metas de la institución universitaria. Escoger el método indicado optimizaría la utilización de recursos humanos, materiales y económicos logrando buenos resultados.

La planificación del mantenimiento se fundamenta en los elementos de la gestión de activos y su criticidad, a partir de ahí se define su manera de realizar las diferentes actividades y el procedimiento de designación de los recursos materiales como humanos para las tareas que deben realizarse en ciertos periodos de tiempo.

A nivel de Latinoamérica y en especial en Ecuador es muy básico el desarrollo de sistemas de gestión de mantenimiento de equipos electromecánicos en edificios universitarios, sería de gran importancia instaurar un sistema de gestión de mantenimiento que se adapte a los requerimientos de una instalación universitaria, priorizando el adecuado uso de recursos económicos y humanos.

Conclusiones

Evaluar la gestión del mantenimiento de los equipos electromecánicos de un edificio de acuerdo con el análisis inicial de su documentación y estado, permite conocer cuáles son los equipos que necesitan mayores requerimientos y que actividades correctivas se pueden implementar.

Este trabajo puede ser utilizado en dar una pauta para priorizar la gestión del mantenimiento de equipos electromecánicos de una instalación universitaria, así como crear un cimiento para futuras investigaciones acerca de este asunto.

Referencias

1. Arellano, M., López, M., Oliva, K., & Soler, K. (2010). Sistemas de información para la gestión de mantenimiento en la gran industria del estado Zulia. *Revista Venezolana de Gerencia*, 15(49), 125-140.

- https://www.academia.edu/87568977/Sistemas_de_informaci%C3%B3n_para_la_gesti%C3%B3n_de_mantenimiento_en_la_gran_industria_del_Estado_Zulia
2. Contreras, J & Parra, C. (2020). PRIORIZACIÓN DE REPUESTOS POR CRITICIDAD Y VALOR ECONÓMICO. MÉTODO DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE INVENTARIOS EN MANTENIMIENTO
https://www.researchgate.net/publication/344057375_PRIORIZACION_DE_REPUESTOS_POR_CRITICIDAD_Y_VALOR_ECONOMICO_METODO_DE_ANALISIS_DE_CRITICIDAD_DE_INVENTARIOS_EN_MANTENIMIENTO
 3. Herrera-Galán, M., & Duany-Alfonzo, Y. (2016). Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento. *Ingeniería Industrial*, XXXVII (1), 2-13.
https://www.researchgate.net/publication/317515318_Metodologia_e_implementacion_de_un_programa_de_gestion_de_mantenimiento
 4. Integra Markets Escuela de Gestión Empresarial. *Gestión y Planificación del Mantenimiento Industrial*. 2da Edición. Boston, EEUU: Grupo América Factorial S.A.C., 2018. <https://issuu.com/integramarkets/docs/gestion-y-planificacion-del-manteni>
 5. Loaiza, A. (2019). GESTIÓN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO EN LAS INSTALACIONES UNIVERSITARIAS PÚBLICAS DE LA COSTA ORIENTAL DEL LAGO. *Revista de Investigación en Ciencias de la Administración ENFOQUES*, 3(9), 15-31. <https://www.redalyc.org/journal/6219/621964639002/html/>
 6. Marqués Muñoz, E. (2019). Mantenimiento de un edificio destinado a la docencia. <https://riunet.upv.es/handle/10251/114787>
 7. Marrero-Hernández, R. A., Martínez-Delgado, E., & Vilalta-Alonso, J. A. (2019). Modelo de diagnóstico-planificación y control del mantenimiento. *Ingeniería Industrial*, XL (2), 148-160. <https://www.redalyc.org/journal/3604/360459575005/html/>
 8. Moyón Moyón, C. D. R., & Ruiz Constante, G. N. (2018). Desarrollo del plan de mantenimiento para el auditorio, taller de máquinas herramientas, edificio del decanato de la Facultad de Mecánica y Modulares carrera de Ingeniería Industrial-ESPOCH aplicando metodología (RCM). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/9848>
 9. Ngoy, K., & Israel, K. (2021). The Strategy of Successful Total Productive Maintenance (TPM): Implementation and Benefits of TPM (Literature Review). 2021.

- [https://www.semanticscholar.org/paper/The-Strategy-of-Successful-Total-Productive-\(TPM\)%3A-Ngoy-Israel/b74df8a001cafde06ae10bb348ac8d6f01808d13](https://www.semanticscholar.org/paper/The-Strategy-of-Successful-Total-Productive-(TPM)%3A-Ngoy-Israel/b74df8a001cafde06ae10bb348ac8d6f01808d13)
10. Parra, C. (2021). Modelo Integral de Mantenimiento alineado con la de Gestión de Activos (ISO 55001). https://www.researchgate.net/publication/361473180_Modelo_Integral_de_Mantenimiento_alineado_con_la_de_Gestion_de_Activos_ISO_55001_Version_Online_-_Streaming_via_ZOOM_Carlos_A_Parra_M_PhD_MSc_Eng_OrganizaDiplomado_en_Gestion_de_Activos_y_Confiabilida
 11. Parra, C., & Crespo Marquez, A. (2015). Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicada en la Gestión de Activos. Segunda Edición, 2015. Edita: INGEMAN, España. Capítulos 1 y 2. https://www.researchgate.net/publication/344196736_Ingenieria_de_Mantenimiento_y_Fiabilidad_aplicada_en_la_Gestion_de_Activos_Segunda_Edicion_2015_Edita_INGEMAN_Espana_Capitulos_1_y_2.
 12. Prieto, A. T., Zambrano, E., & Castillo, R. (2013). Elementos de la gestión de mantenimiento en las instituciones públicas de educación superior del municipio Cabimas. *Negotium*, 9(25), 55-85. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=78228410004>.
 13. Salazar López, B. (2019) ¿Qué es la Gestión de Almacenes? <https://ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-almacenes/que-es-la-gestion-de-almacenes/>
 14. Viscaíno Cuzco, M., (2016). Desarrollo de un plan modelo de mantenimiento para el funcionamiento adecuado de los equipos eléctricos y mecánicos de un edificio de oficinas en la ciudad de Cuenca. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4752>.
 15. Yavarone, R (2019). La importancia del diagnóstico eficiente en el mantenimiento industrial https://www.editores-srl.com.ar/revistas/aa/11/yavarone_diagnostico_eficiente.