

ESTUDIO DEL ÁREA DE TORNOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA RCM EN EL LAPROIM-UCSM

STUDY OF THE LATHE AREA FOR THE IMPLEMENTATION OF THE RCM STRATEGY AT LAPROIM-UCSM

Fernando David Siles Nates¹

(1) Universidad Católica de Santa María, Arequipa - Perú.

RESUMEN: En entornos académicos con formación técnica, asegurar la disponibilidad continua de los equipos es vital para el desarrollo práctico de los estudiantes. En ese contexto, la implementación de metodologías de mantenimiento centradas en la confiabilidad se convierte en una estrategia clave para mejorar la eficiencia operativa. Esta investigación se desarrolló en el Laboratorio de Producción de Ingeniería Mecánica (LAPROIM) de una universidad del sur del Perú, y tuvo como propósito diseñar un modelo de mantenimiento confiable adaptado al área de tornos. El enfoque metodológico constó de tres fases: diagnóstico situacional del entorno, trabajo de campo mediante la aplicación de instrumentos especializados, y elaboración de una propuesta técnica de mejora (Flores & Méndez, 2021).

Se utilizaron herramientas como cuestionarios estructurados bajo la metodología RCM (Reliability Centered Maintenance), un sistema de codificación de activos, y un análisis de criticidad basado en la norma internacional Norzok 2008. El resultado más significativo fue la identificación del torno mecánico paralelo Rexon C0632A como el activo con mayor nivel de criticidad, dada su alta frecuencia de uso, impacto operativo y recurrencia de fallas (Silva, Ramírez, & Calderón, 2023).

A partir de ello, se propuso un plan de mantenimiento preventivo y predictivo, acompañado de un cronograma anual y un sistema documentado de control de fallas. En conclusión, la adopción del modelo RCM optimiza la gestión de activos al incrementar la confiabilidad de los equipos, garantizando así la continuidad del servicio académico y fortaleciendo los procesos de enseñanza-aprendizaje técnico en ambientes universitarios (Torres & Rivas, 2022).

Palabras clave: RCM, confiabilidad, mantenimiento, criticidad, gestión de activos.

ABSTRACT: In academic settings focused on technical education, ensuring the continuous availability of equipment is essential for supporting students' practical learning experiences. Within this framework, the implementation of reliability-centered maintenance (RCM) methodologies emerges as a key strategy to enhance operational efficiency. This study was conducted at the Mechanical Engineering Production Laboratory (LAPROIM) of a university located in southern Peru, with the objective of designing a reliable maintenance model tailored specifically to the lathe area. The methodological approach comprised three phases: a situational diagnosis of the operational environment, fieldwork involving the application of specialized instruments, and the development of a technical improvement proposal (Flores & Méndez, 2021).

Tools such as structured questionnaires aligned with the RCM framework, an asset coding system, and a criticality analysis based on the international Norzok 2008 standard were employed. The most significant finding was the identification of the Rexon C0632A parallel lathe as the most critical asset due to its high usage frequency, operational impact, and recurring failures (Silva, Ramírez, & Calderón, 2023).

Based on these findings, a preventive and predictive maintenance plan was proposed, including an annual maintenance schedule and a documented failure control system. In conclusion, the adoption of the RCM model enhances asset management by increasing equipment reliability, thereby ensuring the continuity of academic services and reinforcing technical teaching and learning processes within university environments (Torres & Rivas, 2022).

keywords: RCM, reliability, maintenance, criticality, asset management.

INTRODUCCIÓN

En el contexto educativo técnico, la calidad de los procesos formativos depende, en gran parte, de la funcionalidad y fiabilidad del equipamiento utilizado. En la Universidad Católica de Santa María (UCSM), el Laboratorio de Producción de Ingeniería Mecánica (LAPROIM) tiene como misión garantizar la disponibilidad de equipos para la enseñanza práctica.

Esta investigación evalúa la aplicación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) en el área de tornos del LAPROIM como solución estratégica a las fallas

recurrentes que impactan el proceso de formación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se diseñó una investigación aplicada, estructurada en tres etapas:

1. **Análisis del entorno:** Evaluación del estado físico, disposición de planta (layout), y necesidades operativas del área de tornos.
2. **Trabajo de campo:** Se aplicó un cuestionario RCM a especialistas del área para recabar información primaria.
3. **Propuesta técnica:** Incluyó codificación de equipos, análisis de criticidad y jerarquización según ISO 14224, evaluación de modos y efectos de falla (FMEA).

El análisis de criticidad se efectuó mediante la norma

Correspondencia:

Fernando David Siles Nates Magíster en Ingeniería de Mantenimiento, Ingeniero Mecatrónico
E-mail: fsiles@ucsm.edu.pe

Norzok Z008 y se aplicó la taxonomía de fallas dividida en niveles de sistemas, componentes y partes.

RESULTADOS

El análisis realizado permitió identificar los principales factores críticos que afectan la operación continua del área de tornos del LAPROIM (Ariza Rincón, 2008). A partir de la información recolectada mediante el cuestionario RCM y la aplicación de la metodología de criticidad basada en la norma Norzok Z008, se estableció que el torno mecánico paralelo Rexon C0632A representa el activo de mayor criticidad dentro del laboratorio (Moubray, 2004). Este resultado se fundamenta en su alta frecuencia de uso, el elevado impacto operativo ante fallas, y la recurrencia observada de averías en componentes clave (Silva, Ramírez, & Calderón, 2023; Torres & Rivas, 2022). La evaluación de criticidad comparativa evidenció que, si bien otros equipos presentaron fallas ocasionales, el Rexon C0632A concentra la mayor vulnerabilidad operativa, comprometiendo la programación académica de los estudiantes en caso de inoperatividad. Los sistemas y subsistemas del equipo fueron desglosados para facilitar el análisis funcional, abordando tanto componentes mecánicos como eléctricos.

Tabla 1. Análisis de criticidad de los equipos del área de tornos – LAPROIM

Equipo	Frecuencia de Fallas	Impacto Operativo	Costo de Reparación	Ponderación Total (Criticidad)
Torno Mecánico Rexon C0632A	Alta	Alto	Medio	Muy Crítico
Torno Convencional 1	Media	Medio	Bajo	Moderado
Torno Convencional 2	Baja	Bajo	Bajo	Bajo
Torno CNC	Media	Alto	Alto	Crítico

El torno Rexon C0632A fue clasificado como el equipo más crítico del área, debido a su alta frecuencia de fallas, fuerte impacto en las operaciones prácticas de los estudiantes y una ponderación total que lo posiciona como prioritario en la gestión de mantenimiento. Su criticidad justifica la necesidad de un plan de mantenimiento específico y continuo.

Con base en estos hallazgos, se diseñó un plan de mantenimiento que incorpora actividades preventivas y predictivas distribuidas de forma periódica. Las tareas preventivas priorizan inspecciones de limpieza, lubricación y ajustes rutinarios en los componentes mecánicos más expuestos al desgaste, mientras que el mantenimiento predictivo incorpora análisis de vibraciones, revisiones eléctricas y controles de precisión dimensional, con el fin de anticipar fallas antes de su manifestación crítica.

Tabla 2. Propuesta de tareas de mantenimiento según el tipo de intervención

Sistema del Torno Rexon C0632A	Tarea de Mantenimiento	Tipo de Mantenimiento	Frecuencia Sugerida
Bancada	Limpieza y verificación de ejes	Preventivo	Semanal
Cabezal	Revisión de cojinetes	Predictivo	Mensual
Sistema eléctrico	Verificación de conexiones	Preventivo	Mensual
Sistema motriz	Análisis de vibraciones	Predictivo	Trimestral
Carro deslizante	Lubricación	Preventivo	Semanal

Las tareas de mantenimiento han sido asignadas de forma específica a los sistemas del torno según su nivel de riesgo operativo y tasa de fallas. Se prioriza el mantenimiento preventivo en componentes mecánicos de desgaste frecuente y el predictivo en sistemas complejos como el motor eléctrico.

Finalmente, se elaboró un calendario anual de intervenciones que organiza las actividades en función de su frecuencia y nivel de especialización requerido. Este cronograma permite optimizar los recursos disponibles, garantizar la trazabilidad de las intervenciones a través de registros documentados, y fortalecer la confiabilidad operativa del laboratorio (Flores & Méndez, 2021).

Tabla 3. Plan anual de mantenimiento del torno Rexon C0632A

Mes	Actividad Principal	Tipo de Mantenimiento	Responsable	Registro en Sistema
Enero	Diagnóstico de vibraciones (motor)	Predictivo	Técnico A	Si
Marzo	Reemplazo de correas y lubricación general	Preventivo	Técnico B	Si
Julio	Análisis eléctrico completo	Predictivo	Técnico C	Si
Octubre	Revisión de precisión de bancada y eje de giro	Preventivo	Técnico A	Si
Diciembre	Informe anual de mantenimiento y auditoría RCM	Global	Supervisor	Si

El cronograma anual incluye tanto tareas rutinarias como intervenciones estratégicas distribuidas en el tiempo. Se asegura la trazabilidad mediante el registro documentado, facilitando la gestión de fallas y la toma de decisiones basadas en evidencia.

DISCUSIÓN

1. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN PRIMARIA

El estudio para la implementación de la estrategia de Mantenimiento RCM, requiere realizar un análisis detallado que va desde la organización de la empresa hasta las tareas de mantenimiento a desarrollar en cada una de las partes que conforman al Activo, por ello se requiere la estadística para poder realizar el análisis correspondiente.

Como paso inicial, se recabó la información primaria por parte de los especialistas en el Área de Tornos, por medio de la Generación de un instrumento de evaluación que en este caso fue el diseño del Cuestionario RCM, ello en función al desarrollo de las variables dependiente (estudio del Área de Tornos en el LAPROIM de la UCSM e Independiente (Implementación del Mantenimiento Basado en La Confiabilidad (RCM)).

Por lo tanto, el instrumento permitió recabar la información primaria que sirve de manera directa en la comprobación de las hipótesis.

2. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN SECUNDARIA

Para la realización del análisis de la información secundaria, en este caso el análisis de los lineamientos estratégicos existentes del LAPROIM el cual a su vez se encuentra relacionado y orientado a los lineamientos de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica Eléctrica y Mecatrónica, se ha recabado la información existente y disponible la cual ha sido analizada y posteriormente se ha efectuado un nuevo modelo para la propuesta, en este caso se han considerado el Análisis de la Visión y Misión de la Escuela

Profesional de Ingeniería Mecánica, Análisis de los Objetivos, Valores, Perfil del Estudiante, Perfil del Egresado, Análisis de la Visión y Misión del LAPROIM y los Objetivos Estratégicos.

3. ANÁLISIS DEL LAPROIM

Se ha realizado un análisis en cuanto el estado actual de los equipos existentes en el LAPROIM, por lo cual el Laboratorio no cuenta con una Codificación de los Equipos en base a los criterios de Producción, función y mantenimiento, además carece o no cuenta con un mapa de distribución de planta adecuado, por ende, se efectúa la propuesta de una reorganización del LAPROIM en función de las necesidades que le compete.

4. CODIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS

La situación actual del LAPROIM muestra que carece de una codificación de equipos lo cual representa un punto importante en el proceso de Gestión del Mantenimiento y la implementación de la Estrategia RCM.

La metodología aplicada consiste en estructurar la codificación en base a la generación de un código que pueda brindar información acerca de la identificación, características del equipo y la jerarquización del área donde se encuentra.



Fig. 1 Estructura De Codificación

Se utilizó como referencia la Norma Norzok 2008, por lo que el Análisis de Criticidad se da en base a la jerarquización de elementos en base a la frecuencia de Falla, Impacto Operacional, Flexibilidad Operacional, Costos y el Impacto de Seguridad y Medio Ambiente.

Para la investigación se ha realizado un Análisis de Criticidad a nivel de Equipo, Sistema, Componente y Parte.

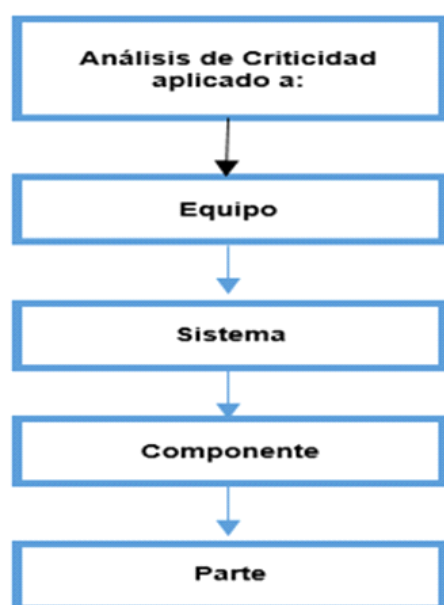


Fig. 2 Alcance Del Análisis De Criticidad En El Equipo

Para efectuar el análisis de criticidad, debemos de aplicar la siguiente ecuación denominada la ecuación de Criticidad

$$CRITICIDAD = Frecuencia \times Consecuencia$$

Consecuencia: $a+b$

Donde:

$$a = \text{Impacto operacional} \times \text{MTTR}$$

$$b = \text{CM} + \text{ISA} \times \text{frecuencia de uso del equipo}$$

Donde:

CM: Costo de mantenimiento

ISA: Impacto de seguridad ambiente e higiene

El eje Y contiene el rango de la Frecuencia del Número de Fallas, mientras el eje X contiene el rango de las consecuencias, interpretando la matriz los sistemas se clasifican en:

Cabe resaltar que el parámetro de Frecuencia de uso del equipo se considerará al momento de realizar el análisis de criticidad de todos los equipos del LAPROIM, para tener una mejor selección de los equipos más críticos (SAE International, 1998). En los casos siguientes como es el del análisis de Criticidad para Equipo, Sistema, Componente y parte este parámetro puede ser no considerado para el cálculo de criticidad.

Luego de determinar los Criterios para las criticidades, los factores son reemplazados en la ecuación de Criticidad, posteriormente los resultados de la ecuación son valorados y evaluados en una matriz de riesgo que se muestra a continuación:

Frecuencia	9	M	M	A	A	A
	7	M	M	A	A	A
	5	B	M	M	A	A
	3	B	B	M	M	A
	1	B	B	B	M	A
		Consecuencia				
		De 0 a 20 De 21 a 40 De 41 a 60 De 61 a 80 De 81 a 100				

Fig. 3 Matriz De Criticidad

5. ANÁLISIS DE FALLAS.

Para efectuar el análisis de Fallas del activo es necesario Jerarquizar a Nivel de Sistemas, Componentes y Partes por medio de la Siguiete Pirámide de Jerarquización

Criticidad ha sido dividido en ocho sistemas (Bancada-Cabecal-Carro Superior Deslizante-Contrapunto- Placa Frontal – Eléctrico – Freno – Motriz) para efectuar el análisis de falla respectivo.

6. ANÁLISIS DE LOS MODOS Y EFECTOS DE FALLA.

Para efectuar el análisis de los Modos y Efectos falla, es muy importante tomar en cuenta el análisis de

criticidad aplicado, de tal forma que nos permita tener una visión detallada del equipo a analizar.

Para analizar los efectos de falla es necesario conocer dos aspectos fundamentales:

- Funcionamiento de la Máquina
- Los Probables Modos de Falla a Ocurred

Se ha incluido dentro de las reuniones de Trabajo con el Equipo RCM el análisis de los Modos y Efectos de Falla más probables de ocurrir en el Torno Mecánico, a continuación, se muestra la metodología utilizada para establecer dichos rubros.

Según la Gráfica anterior se ha realizado un análisis de identificación de los Modos de falla más probable y sus respectivos efectos en la máquina y la función que realiza. Por otro para el análisis de los Efectos de Falla se ha aplicado la metodología de priorización de tal forma que se dé primacía a los efectos más probables de ocurrir en cada modo de falla, el siguiente diagrama muestra la metodología utilizada.

CONCLUSIONES

- Se confirmó la necesidad de implementar RCM en el área de tornos del LAPROIM.
- El análisis de criticidad y de fallas demostró ser esencial para priorizar acciones de mantenimiento.
- Se desarrolló un modelo replicable para otras áreas técnicas académicas que requieren mantenimiento especializado.
- Se recomienda integrar este modelo en la planificación institucional de la UCSM para asegurar la sostenibilidad del laboratorio.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los docentes e investigadores de la Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales de la UCSM por su colaboración durante el trabajo de campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]. Ariza Rincón, A. J. (2008). Aplicación de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) a equipos de minería a cielo abierto tomando como piloto la flota taladros de voladura. Santander: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingeniería.
- [2]. Flores, M., & Méndez, J. (2021). Estrategias de mantenimiento industrial basadas en la confiabilidad. *Revista Latinoamericana de Ingeniería y Tecnología*, 18(2), 45–58.
- [3]. ISO 14224. (2004). Industrias de petróleo y gas natural: Recolección e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos.
- [4]. Moubray, J. (2004). Mantenimiento centrado en confiabilidad. ELLMANN, SUERIO Y ASOCIADOS.
- [5]. SAE International. (1998). Norma para vehículos aeroespaciales. J.A-1011. USA.
- [6]. Silva, L., Ramírez, T., & Calderón, R. (2023). Gestión eficiente de activos mediante RCM en instituciones educativas técnicas. *Journal of Applied Maintenance Science*, 4(1), 22–35.
- [7]. Torres, P., & Rivas, D. (2022). Análisis de criticidad y planificación del mantenimiento preventivo en laboratorios universitarios. *Revista de Ingeniería Aplicada*, 12(4), 103–115.

Recibido el 10 de octubre del 2024 y aceptado para su publicación el 3 de diciembre del 2024.