

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Industrial



PROPOSAL TO IMPROVE THE MAINTENANCE SYSTEM IN TELESCOPIC CRANES BASED ON PREVENTIVE MAINTENANCE TO REDUCE COSTS

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Artículo Científico

Manuel Guzman Pipa

Código 20180870

Renato Alonso Huaranga Angulo

Código 20180870

Asesor

Noriega Aranibar, María Teresa

Lima – Perú
Marzo de 2025

Propuesta Carrera Ingeniería Industrial
Título Proposal to Improve the Maintenance System in Telescopic Cranes Based on Preventive Maintenance to Reduce Costs
Autor(es) 20180870@aloe.ulima.edu.pe 20180870@aloe.ulima.edu.pe manorieg@ulima.edu.pe Universidad de Lima
Resumen: <p>El objetivo principal de esta investigación fue implementar una mejora en el sistema de mantenimiento de una empresa, para reducir estos costos, debido a que superan el presupuesto en base a las ventas establecido (9,12% frente al 6% presupuestado). Para lograrlo, se propuso un plan de mantenimiento basado en la metodología RCM (Reliability Centered Maintenance), tomando como muestra una grúa telescópica para demostrar las mejoras potenciales tanto en el rendimiento de la grúa como en la eficiencia de la empresa en general. Tras la aplicación, los costos de mantenimiento se redujeron de un 9,12% a un 8%, lo que representa una mejora del 24,13% de la reducción de los costos. Además, se observó una disminución significativa en la tasa media de fallos en un 21,54%. La disponibilidad de la grúa también mejoró un 19,7%. Por último, el Tiempo Medio Entre Paradas (MTBS) mejoró en un 41,2%, demostrando que la implementación de la propuesta de mejora ha sido altamente favorable para la empresa.</p>
Palabras Clave: Gestión de mantenimiento, RCM, grúas telescópicas, mantenimiento preventivo, costes de mantenimiento.
Abstract: <p>The main objective of this research was to implement an improvement in the maintenance system of a company, to reduce these costs and increase the useful life of the machines because they exceed the established budget (9.12% compared to the 6% budgeted). To achieve this, a maintenance plan was proposed based on the RCM (Reliability Centered Maintenance) methodology, taking a telescopic crane as a sample to demonstrate potential improvements in both the crane's performance and the efficiency of the company in general. After the application, maintenance costs were reduced from 9.12% to 8%, which represents an improvement of 24.13%. In addition, a significant decrease in the average failure rate was observed by 21.54%. Crane availability also improved 19.7%. Finally, the Mean Time Between Stops (MTBS) improved by 41.2%, demonstrating that the implementation of the improvement proposal has been highly favorable for the company.</p>
Keywords: Maintenance management, RCM, telescopic cranes, preventive maintenance, maintenance costs.
Línea de investigación Quality & Reliability Engineering
Área y Sub-áreas de Investigación: Maintenance Management & Control
Objetivo (s) de Desarrollo Sostenible (ODS) relacionado (s) al tema de investigación. ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Gracias al análisis realizado se ha elegido una empresa perteneciente a PYMES como lo es la empresa “Grúas MARA SAC”. Esta empresa tiene como giro principal el alquiler de grúas telescópicas y camiones grúa. Como se mencionó en el capítulo anterior, la forma óptima de mantener en buen estado los equipos es a través de un sistema de mantenimiento que sea eficiente y eficaz, además de optimizar los costos de reparación de las grúas. Se considera importante ya que además de lo mencionado anteriormente, la implementación de una mejora en el sistema de mantenimiento le brindará a la empresa un valor agregado que le permitiría crecer organizacionalmente y diferenciarse de sus competidores.

Además, se ha encontrado que los gastos de reparación por mantenimiento reactivo son el 9.12% de los ingresos totales de la empresa, lo que representa un alto porcentaje, pues se tiene información de que el presupuesto de mantenimiento propuesto por la gerencia alcanza aproximadamente el 6% de los ingresos totales, además, el sistema de mantenimiento no está ~~parcialmente~~ automatizado, lo que ocasiona que presente fallas y situaciones que el mantenimiento actual no contempla. El problema principal de esta investigación, dado el alto costo de mantenimiento, es ¿cómo se puede implementar una mejora en el mantenimiento actual de la empresa para reducir los costos de mantenimiento de la empresa “Grúas Mara”?

OBJETIVOS

El objetivo principal de esta investigación fue implementar una mejora en el sistema de mantenimiento de una empresa, para reducir estos costos. Los objetivos específicos de la investigación son los siguientes:

- ¿Cuál es el programa de mantenimiento actual de la empresa?
- ¿Cuáles son las fallas más frecuentes que se presentan en los equipos?
- ¿Cuáles son los indicadores de desempeño actuales de los equipos?
- ¿Cuál sería la situación en la que debería encontrarse la empresa para implementar mejoras en el sistema de mantenimiento?

JUSTIFICACIÓN

La justificación de la investigación es práctica, esto se debe a que se tiene como fin mejorar el sistema de gestión de mantenimiento para reducir costos gracias a una propuesta de mejora en el sistema de mantenimiento considerando los datos que brinda la empresa y aplicando herramientas de ingeniería basadas en la filosofía RCM (mantenimiento basado en la confiabilidad). Se escogió esta tendencia puesto que, según Siswanto et al. (2022) “se ha demostrado que el RCM aumenta la disponibilidad del sistema al lograr sus propiedades de confiabilidad y seguridad mientras reduce los costos de mantenimiento”. Esto deja en evidencia que la implementación de un sistema de mantenimiento basado en RCM podría reducir costos de mantenimiento en la empresa si se utiliza una estrategia adecuada, además de utilizar de manera eficiente los equipos con los que se cuentan.

HIPÓTESIS (Si aplica)

DISEÑO METODOLÓGICO

El tipo de investigación para el presente trabajo es la aplicada. La relación con la investigación es que se enfoca en la búsqueda de conocimiento sobre la gestión del mantenimiento, aplicación, causas y efectos de la aplicación de estos conocimientos. El alcance de la investigación es descriptivo-explicativo ya que se busca explicar la razón de los altos costos de mantenimiento de la empresa, además de entender la relación existente entre dichos costos y la gestión del mantenimiento. En cuanto al diseño de la investigación, se plantea un diseño cuasiexperimental porque se medirá el impacto de los procesos y mejoras que se implementarán al sistema de mantenimiento actual de la empresa. La muestra de la investigación es una grúa telescópica en operación que presente un plan de mantenimiento. Se ha definido las variables e indicadores de la investigación; se tiene como variable independiente “Fallos de las maquinarias”; que además presenta indicadores como MTBF (Tiempo Medio Entre Fallas), MTTR (Tiempo medio para reparar), MTBS (Tiempo medio entre paradas) y Disponibilidad. Estos indicadores permiten caracterizar mediante indicadores las fallas que se presentan en las maquinarias. Por otro lado se ha definido como variable dependiente “Costo de mantenimiento” y presenta los siguientes indicadores: Costo de Disponibilidad, Mano de obra, Costo de Materiales y maquinarias, Presupuesto de mantenimiento. Finalmente, con respecto a los métodos, técnicas e instrumentos se utilizaron las siguientes: para poder tener una idea general del proceso de mantenimiento se utilizó la observación mediante un registro del proceso de mantenimiento y de herramientas; por último, para la propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento se optó por utilizar la herramienta AMFEC (Análisis de Modos de Fallos, Efectos y su Criticidad) y un Plan de trabajo de mantenimiento en base a los resultados de la recopilación de datos de los equipos y procesos de la empresa. Estas herramientas son útiles puesto que, con la primera, podemos conocer aspectos importantes de los equipos (fallos posibles, gravedad de fallos, efectos) y establecer una base para el Plan de trabajo que se propone.

Las limitaciones y restricciones de nuestra investigación son, por un lado, los datos proporcionados por la empresa no estaban debidamente organizado para el análisis de los parámetros indicados, además de no contar con todas las unidades de la empresa disponibles ya que la mayoría de maquinaria se encontraban realizando operaciones en distintos proyectos de la capital, esta situación nos limita a realizar la medición a 2 unidades de muestra de una población de 12 unidades.

NOTAS (AGRADECIMIENTOS)

Quisiéramos comenzar expresando nuestro agradecimiento a nuestras familias por su amor incondicional y su apoyo constante. Además agradecemos a la Universidad de Lima, gracias por brindarnos la oportunidad de crecer académica y profesionalmente, la universidad ha sido un espacio clave en nuestro desarrollo profesional, brindándonos las herramientas necesaria para llegar a este logro. Agradecemos a nuestra asesora María Teresa Noriega cuya experiencia, paciencia y apoyo constante fueron fundamentales para la realización de este trabajo. Su guía nos proporcionó claridad académica para poder culminar nuestra investigación

Finalmente nos gustaría agradecer a nuestros amigos, colegas y profesores quienes compartieron su entusiasmo, experiencias y conocimientos logrando que esta etapa sea enriquecedora no solo a nivel profesional, sino también a nivel personal.

Gracias a todos ellos por su apoyo y formar parte de este importante logro para nosotros.

REFERENCIAS

- Gholami, J., Razavi, A., and Ghaffarpour, R., Decision-making regarding the best maintenance strategy for electrical equipment of buildings based on fuzzy analytical hierarchy process; case study: elevator. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 28(3), 653–668, 2021. <https://doi.org/10.1108/jqme-03-2020-0015>
- Giuria-Farías, A., Noriega-Revoredo, C., & Flores, E. A., Maintenance management model based on RCM and TPM to optimize times and costs within the useful life cycle of nautical assets. *Proceedings Of The 20th LACCEI International Multi-Conference For Engineering, Education And Technology: “Education, Research And Leadership In Post-pandemic Engineering: Resilient, Inclusive And Sustainable Actions”*, 2022. <https://doi.org/10.18687/laccei2022.1.1.747>
- González, F., The potential of SMEs | Blogs | MANAGEMENT. Management. Retrieved September 22, 2022, from <https://gestion.pe/blog/mision-verde/2021/08/el-potential-de-las-pymes.html/?ref=gesr>
- INEI, Población ocupada de Lima Metropolitana alcanzó los 4 millones 878 mil personas en el trimestre diciembre 2021-enero-febrero 2022. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Retrieved September 22, 2022, from <https://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/poblacion-ocupada-de-lima-metropolitana-alcanzo-los-4-millones-876-mil-personas-en-el-trimestre-diciembre-2021-enero-febrero-2022-13491/>

- Keynia, F., Mirhosseini, M., Heydari, A., and Fekih, A. , A budget allocation and programming-based RCM approach to improve the reliability of power distribution networks. *Energy Reports*, 8, 5591–5602, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2022.04.029>
- Lee, D., Kwon, H., and Choi, K., Risk-based maintenance optimization of aircraft gas turbine engine component. *Proceedings Of The Institution Of Mechanical Engineers. Part o, Journal Of Risk And Reliability/Proceedings Of The Institution Of Mechanical Engineers. Part o, Journal Of Risk And Reliability.*, 238(2), 429-445, 2022. <https://doi.org/10.1177/1748006x221135907>
- Patil, S.S., Bewoor, A.K., Kumar, R., Ahmadi, M.H., Sharifpur, M. and PraveenKumar, S., Development of Optimized Maintenance Program for a Steam Boiler System Using Reliability-Centered Maintenance Approach. *Sustainability*, 14(16), 10073, 2022. <https://doi.org/10.3390/su141610073>
- Ramírez, Y., They present projections on the mobile heavy machinery rental industry in Peru. *Peru Builds*. Retrieved August 22, 2022, from <https://peruconstruye.net/2022/08/10/proyecciones-industria-heavy-machinery-rental-peru/>
- Siswanto, N., Zaman, M. B., Fahreza, F., Priyanta, D., Pitana, T., Prastowo, H., Wicaksana, A., & Fauzi, H. N., A Case Study Maintenance Task Allocation Analysis on Marine Loading Arm Using Reliability Centered Maintenance. *IOP Conference Series. Earth And Environmental Science*, 972(1), 012032, 2022. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/972/1/012032>
- Valdivia, J. L. C., Caceres, C. C., & Ollachica, D. C., Application of Reliability Centered Maintenance Tools to Standardize Processes Required by ISO/IEC 17025. *Proceedings Of The 20th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology: “Education, Research and Leadership in Post-pandemic Engineering: Resilient, Inclusive and Sustainable Actions”*, 2022. <https://doi.org/10.18687/laccei2022.1.1.704>
- Vásquez, L., Construction sector accumulates growth of 0.74% between January and May 2022. *The Chamber*. Retrieved September 24, 2022, from <https://lacamara.pe/sector-construccion-acumula-crecimiento-de-074-entre-january-y-Mayo-2022/>
- Vikas, and Mishra, A., Evaluation of TPM adoption factors in manufacturing organizations using fuzzy PIPRECIA method. *Journal Of Quality in Maintenance Engineering*, 30(1), 101-119, 2023. <https://doi.org/10.1108/jqme11-2020-0115>

ANEXOS

Datos del artículo publicado

- **Nombre del artículo:** PROPOSAL TO IMPROVE THE MAINTENANCESYSTEM IN TELESCOPIC CRANES BASED ON PREVENTIVE MAINTENANCE TO REDUCE COSTS
- **Autores:** Guzmán Pipa, Manuel; Huaranga Angulo, Renato Alonso
- **Co autor(es):** Noriega Aranibar, María Teresa

Presentación en congreso

- **Nombre del congreso:** 5th South American Conference on Industrial Engineering and Operations Management
- **Organizador:** IEOM Society International, USA
- **Sede:** Bogota, Colombia
- **Año:** May 7-9, 2024
- **Pp:**424- 439
- **Enlace web donde se encuentra publicado el artículo (identificador DOI, ISBN, ISSN o equivalentes):** <https://doi.org/10.46254/SA05.20240089>





3% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.




Filtered from the Report

- Bibliography

Match Groups

-  **2 Not Cited or Quoted 3%**
Matches with neither in-text citation nor quotation marks
-  **0 Missing Quotations 0%**
Matches that are still very similar to source material
-  **0 Missing Citation 0%**
Matches that have quotation marks, but no in-text citation
-  **1 Cited and Quoted 0%**
Matches with in-text citation present, but no quotation marks

Top Sources

- 3%  Internet sources
- 0%  Publications
- 0%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.