



**Ciencia Latina**  
Internacional

---

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.  
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), julio-agosto 2024,  
Volumen 8, Número 4.

[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i4](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4)

## **GESTIÓN DE DISPONIBILIDAD DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN FLOTAS DE APILADORES ELÉCTRICOS**

**AVAILABILITY MANAGEMENT OF PREVENTIVE  
MAINTENANCE IN FLEETS OF ELECTRIC STACKERS**

**Juan Alberto Zegarra Reynoso**  
Universidad Nacional del Callao – Perú

**Jeancarlo Jaime Mendoza Candiotti**  
Universidad Nacional del Callao - Perú

DOI: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i5.14183](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.14183)

## Gestión de Disponibilidad del Mantenimiento Preventivo en Flotas de Apiladores Eléctricos

**Juan Alberto Zegarra Reynoso<sup>1</sup>**[jazegarrar@unacvirtual.edu.pe](mailto:jazegarrar@unacvirtual.edu.pe)<https://orcid.org/0009-0002-4064-2457>

Universidad Nacional del Callao – Perú

**Jeancarlo Jaime Mendoza Candiotti**[jjmendozac@unacvirtual.edu.pe](mailto:jjmendozac@unacvirtual.edu.pe)<https://orcid.org/0009-0004-9031-8473>

Universidad Nacional del Callao - Perú

### RESUMEN

El artículo profundiza en los desafíos y oportunidades que presenta la implementación de estrategias de mantenimiento preventivo en flotas de apiladores eléctricos, abarcando un enfoque multidimensional a nivel global, nacional y regional. Se resalta la creciente necesidad de adoptar enfoques modernos como el Mantenimiento Productivo Total (TPM), que no solo busca mejorar la eficiencia operativa, sino también optimizar la seguridad y prolongar la vida útil de estos equipos críticos para diversas industrias. El TPM, con su énfasis en el mantenimiento autónomo, el mantenimiento planificado y las mejoras enfocadas, ofrece una estrategia integral que puede reducir significativamente el tiempo de inactividad de los apiladores eléctricos, al mismo tiempo que aumenta su durabilidad y mejora las condiciones de seguridad para los operarios. Asimismo, el artículo subraya la importancia de la capacitación continua del personal técnico, el establecimiento de indicadores de desempeño clave (KPIs) y la implementación de un sistema robusto de gestión de mantenimiento como pilares fundamentales para una implementación exitosa de estas estrategias. Enfrentar los desafíos globales, nacionales y regionales requiere un enfoque sistemático y estructurado, que incluye el respaldo y compromiso de la alta dirección de la empresa. Este apoyo no solo facilita la superación de obstáculos, sino que también permite que las empresas optimicen el rendimiento de sus flotas, logrando ahorros significativos en costos operativos y mantenimiento, a la vez que fortalecen su competitividad en un mercado cada vez más exigente. A largo plazo, la adopción de un enfoque de mantenimiento preventivo con visión estratégica puede convertirse en un diferenciador clave, mejorando la sostenibilidad y resiliencia de las operaciones empresariales en un entorno global dinámico.

**Palabras clave:** mantenimiento preventivo, apiladores eléctricos, mantenimiento productivo total (TPM), eficiencia operativa, flotas

---

<sup>1</sup> Autor Principal

Correspondencia: [jazegarrar@unacvirtual.edu.pe](mailto:jazegarrar@unacvirtual.edu.pe)

# Availability Management of Preventive Maintenance in Fleets of Electric Stackers

## ABSTRACT

The article delves into the challenges and opportunities presented by the implementation of preventive maintenance strategies in electric stacker fleets, covering a multidimensional approach at global, national and regional levels. It highlights the growing need to adopt modern approaches such as Total Productive Maintenance (TPM), which not only seeks to improve operational efficiency, but also to optimize safety and extend the life of these critical equipment for various industries. TPM, with its emphasis on autonomous maintenance, planned maintenance and focused improvements, offers a comprehensive strategy that can significantly reduce the downtime of electric stackers, while increasing their durability and improving safety conditions for operators. Likewise, the article underlines the importance of continuous training of technical staff, the establishment of key performance indicators (KPIs) and the implementation of a robust maintenance management system as fundamental pillars for a successful implementation of these strategies. Facing global, national and regional challenges requires a systematic and structured approach, which includes the support and commitment of the company's senior management. This support not only makes it easier to overcome obstacles, but also enables companies to optimise the performance of their fleets, achieving significant savings in operating and maintenance costs, while strengthening their competitiveness in an increasingly demanding market. In the long term, adopting a strategically-focused approach to preventive maintenance can become a key differentiator, improving the sustainability and resilience of business operations in a dynamic global environment.

**Keywords:** preventive maintenance, electric forklifts, total productive maintenance (TPM), operational efficiency, fleets

*Artículo recibido 15 agosto 2024*

*Aceptado para publicación: 10 setiembre 2024*



## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la gestión eficiente del mantenimiento preventivo en flotas de apiladores eléctricos es un desafío crítico a nivel internacional, nacional y regional. A nivel global, la demanda creciente de eficiencia operativa y la presión por reducir costos ha impulsado a las empresas a optimizar sus procesos de mantenimiento. Sin embargo, la implementación de estrategias efectivas enfrenta barreras significativas debido a la diversidad tecnológica y las variaciones en los estándares de mantenimiento entre diferentes regiones (*An Introduction to Predictive Maintenance* | *ScienceDirect*, n.d.).

A nivel nacional, las empresas enfrentan desafíos particulares en la adopción de estrategias de mantenimiento preventivo. La falta de personal capacitado, junto con la resistencia al cambio en las prácticas tradicionales de mantenimiento, complica la implementación de nuevas metodologías. Además, las regulaciones gubernamentales y las normativas locales pueden influir en la forma en que se diseñan y ejecutan estos programas, creando un entorno complejo para las operaciones de mantenimiento.

En el ámbito regional, las flotas de apiladores eléctricos deben lidiar con variaciones climáticas y condiciones de operación que afectan la frecuencia y el tipo de mantenimiento requerido. La infraestructura regional y el acceso a recursos, como piezas de repuesto y servicios técnicos especializados, también juegan un papel crucial en la efectividad de los programas de mantenimiento. Estas disparidades pueden llevar a una implementación desigual de estrategias preventivas, afectando la consistencia y la confiabilidad de las flotas.

A pesar de estos desafíos, existen oportunidades significativas para mejorar la eficiencia y la vida útil de los apiladores eléctricos a través de estrategias de mantenimiento preventivo bien diseñadas. La integración de tecnologías avanzadas, como el Internet de las Cosas (IoT) y el análisis predictivo, puede transformar las prácticas de mantenimiento. Asimismo, la colaboración entre fabricantes, proveedores de servicios y operadores de flotas puede fomentar el intercambio de mejores prácticas y el desarrollo de estándares comunes, impulsando una adopción más amplia y efectiva de estas estrategias.

### **Tendencias Actuales en Mantenimiento Productivo Total y su Adaptación:**

En el contexto actual, la implementación de estrategias de mantenimiento preventivo en flotas de apiladores eléctricos se enfrenta a diversos desafíos, pero también ofrece importantes oportunidades para mejorar la eficiencia y la vida útil de estos equipos. La integración de enfoques como el Mantenimiento Productivo Total (TPM) puede ser clave para lograr una implementación exitosa (Nakajima, 1988). El TPM se enfoca en maximizar la eficiencia global de los equipos a través de la participación de todos los empleados, desde la alta gerencia hasta los operarios. Algunas de las principales características del TPM incluyen el mantenimiento autónomo por parte de los operarios, el mantenimiento planificado por parte del departamento de mantenimiento, y mejoras enfocadas para eliminar las principales causas de pérdidas en la eficiencia de los equipos (Ahuja & Khamba, 2008).

En el caso de flotas de apiladores eléctricos, la implementación del TPM puede traer beneficios significativos. En primer lugar, se reduce el tiempo de inactividad al involucrar a los operarios en el cuidado diario de los apiladores y realizar un mantenimiento planificado, previniendo fallas imprevistas que puedan detener las operaciones (Cooke, 2003). Además, el mantenimiento preventivo y las mejoras enfocadas en eliminar fuentes de desgaste prematuro permiten prolongar la vida útil de los apiladores eléctricos, reduciendo los costos de reemplazo (Swanson, 2001). Por otro lado, el TPM incluye un pilar dedicado a la seguridad, lo que lleva a implementar medidas para prevenir accidentes relacionados con los equipos, protegiendo la integridad de los trabajadores (Pintelon & Parodi-Herz, 2008).

Si bien la implementación inicial del TPM requiere inversión, a mediano y largo plazo se traducen en ahorros significativos por menor tiempo de inactividad, menor consumo energético y menos reparaciones (Ahuja & Khamba, 2008). Para implementar con éxito el TPM en flotas de apiladores eléctricos, algunas estrategias clave incluyen la capacitación exhaustiva a operarios y personal de mantenimiento en las técnicas del TPM, el establecimiento de indicadores de desempeño para monitorear la efectividad del programa, y la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento que permita planificar y registrar las actividades (Cooke, 2003). Además, es fundamental el involucramiento de la alta gerencia para asegurar el compromiso y los recursos necesarios (Nakajima, 1988).

Algunos desafíos a considerar incluyen la resistencia al cambio por parte del personal, la falta de conocimiento técnico especializado, y la necesidad de adaptar los conceptos del TPM al contexto específico de los apiladores eléctricos (Ahuja & Khamba, 2008). Sin embargo, con un enfoque sistemático y el apoyo de la dirección, estos obstáculos pueden superarse. La integración de estrategias de Mantenimiento Productivo Total en flotas de apiladores eléctricos representa una oportunidad para mejorar significativamente la eficiencia, seguridad y vida útil de estos equipos (Pintelon & Parodi-Herz, 2008). A través de un mantenimiento preventivo planificado, mejoras enfocadas y la participación activa de los operarios, las empresas pueden optimizar el desempeño de sus flotas y obtener ahorros sustanciales a mediano y largo plazo.

### **Tendencias Actuales en Mantenimiento Productivo Total en Entornos Educativos**

En el contexto de entornos educativos, las flotas de apiladores eléctricos desempeñan un papel crucial en la eficiencia de las operaciones logísticas y de almacenamiento. Para garantizar un rendimiento óptimo y prolongar la vida útil de estos equipos, es fundamental implementar estrategias efectivas de mantenimiento preventivo alineadas con los principios del Mantenimiento Productivo Total (TPM) (Kumar et al., 2019).

El enfoque TPM enfatiza la importancia de la participación activa de todo el personal en el mantenimiento de los equipos, fomentando una cultura de mejora continua y prevención de fallas. Al integrar las estrategias de mantenimiento preventivo para flotas de apiladores eléctricos con los principios del TPM, las instituciones educativas pueden lograr una sinergia que se traduce en mejoras sustanciales en la eficacia operativa y la sostenibilidad a largo plazo (Li et al., 2021).

La capacitación y el desarrollo continuo del personal son fundamentales para garantizar la efectividad del mantenimiento preventivo en flotas de apiladores eléctricos. Al invertir en la formación de los operadores y técnicos de mantenimiento, las instituciones pueden mejorar sus habilidades y conocimientos, lo que se traduce en una mayor eficiencia, seguridad y prevención de fallas (Chen et al., 2018).

La adopción de tecnologías avanzadas, como el monitoreo remoto, el análisis de datos y el mantenimiento predictivo, desempeña un papel crucial en la optimización de los procesos de

mantenimiento de flotas de apiladores eléctricos. Estas herramientas permiten anticipar y prevenir fallas, reducir los tiempos de inactividad y mejorar la eficiencia general de las operaciones (Wang et al., 2020). Un ejemplo de aplicación efectiva del mantenimiento preventivo en flotas de apiladores eléctricos en entornos educativos es la implementación de un programa de inspecciones regulares y mantenimiento programado. Esto incluye la revisión periódica de componentes clave, como baterías, sistemas de carga y frenos regenerativos, para asegurar su correcto funcionamiento y prevenir problemas potenciales (Kumar et al., 2019).

### **Importancia del Mantenimiento Preventivo en Maquinaria Pesada**

Aunque el mantenimiento preventivo es fundamental tanto para la maquinaria pesada convencional como para las flotas de apiladores eléctricos, existen algunas diferencias clave en los desafíos y estrategias a considerar (Kumar et al., 2019; Li et al., 2021).

Los apiladores eléctricos dependen en gran medida de componentes eléctricos y electrónicos que requieren conocimientos especializados para su mantenimiento y diagnóstico. Además, garantizar que los puntos de carga estén en buen estado y sean accesibles es crucial para mantener la operatividad de la flota. Asimismo, monitorear el estado de las baterías, optimizar los ciclos de carga y reemplazar unidades defectuosas son tareas clave en el mantenimiento de estos equipos (Chen et al., 2018; Wang et al., 2020).

Para abordar estos desafíos, es fundamental invertir en la formación de técnicos en sistemas eléctricos y baterías de iones de litio. Además, la implementación de un programa de mantenimiento predictivo, utilizando herramientas de monitoreo remoto y análisis de datos, permite anticipar fallas y optimizar los ciclos de mantenimiento. Establecer alianzas con proveedores de baterías y cargadores, y desarrollar un plan de reemplazo de baterías, también son estrategias efectivas (Chen et al., 2018; Li et al., 2021).

Por otro lado, la maquinaria pesada convencional enfrenta desafíos como el desgaste y la fatiga de los componentes, los tiempos de inactividad no planificados y el cumplimiento de normas de seguridad y ambientales. Para abordar estos problemas, se recomienda implementar un programa de inspecciones regulares, utilizar herramientas de diagnóstico avanzadas, mantener un inventario adecuado de repuestos críticos y capacitar a los operadores en prácticas seguras de operación (Kumar et al., 2019; Wang et al., 2020).

En resumen, si bien existen desafíos únicos en el mantenimiento preventivo de flotas de apiladores eléctricos, también hay estrategias efectivas para abordarlos. Al combinar estas prácticas con las estrategias comunes para maquinaria pesada, las empresas pueden optimizar la eficiencia, la seguridad y la rentabilidad de sus operaciones (Chen et al., 2018; Li et al., 2021).

## **METODOLOGIA**

Para llevar a cabo esta investigación, se adoptará un enfoque de búsqueda sistemática, orientado a identificar y analizar artículos relevantes sobre el mantenimiento preventivo en flotas de apiladores eléctricos. El proceso se desarrollará a través de una revisión exhaustiva de la literatura en bases de datos académicas, con un enfoque principal en Scopus, que es una de las plataformas más completas y reconocidas para acceder a estudios científicos de alta calidad.

**Bases de Datos:** Scopus.

**Palabras Clave:** "Mantenimiento preventivo", "Flotas de apiladores eléctricos", "Gestión de mantenimiento", "Eficiencia operativa", "Equipos de manejo de materiales".

### **Criterios de Inclusión:**

- Estudios publicados entre 2020 y 2024, con el fin de asegurar que la información recopilada sea actual y relevante para las tendencias y tecnologías recientes en la gestión de flotas de apiladores eléctricos.
- Artículos escritos en inglés y español, para ampliar el alcance geográfico y lingüístico de la revisión.
- Publicaciones de acceso abierto que garanticen la disponibilidad de la información para todos los lectores y estudios originados en países latinoamericanos, con el objetivo de incluir perspectivas regionales y contextos específicos.
- Estudios que se centren en la gestión eficiente del mantenimiento preventivo en flotas de apiladores eléctricos, priorizando aquellos que ofrecen datos empíricos, análisis cuantitativos o estudios de caso detallados.

### **Criterios de Exclusión**

- Estudios que se limiten a ser opiniones o ensayos sin el respaldo de datos empíricos, ya que el objetivo es basar las conclusiones en evidencia tangible y verificable.



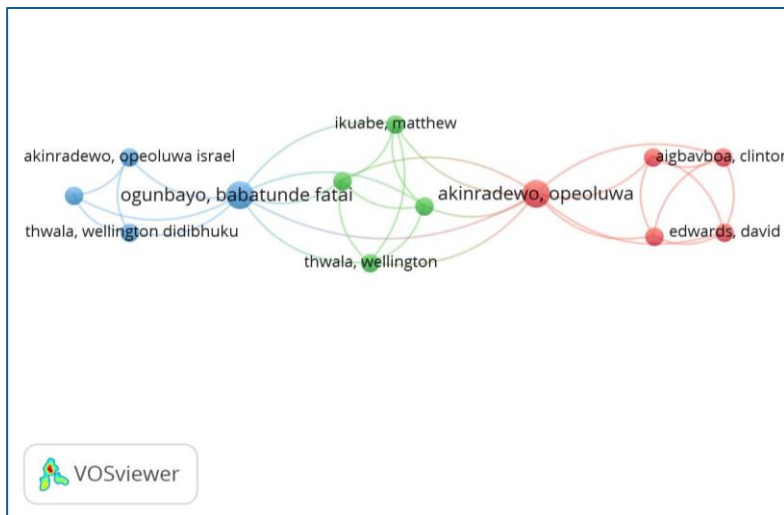
- Artículos que no hayan sido revisados por pares, dado que la revisión por pares es un criterio clave para garantizar la calidad y fiabilidad de la investigación académica.

La búsqueda sistemática se complementará con un análisis crítico de los estudios seleccionados, evaluando la metodología utilizada en cada uno y la relevancia de sus hallazgos para el contexto de la gestión de flotas de apiladores eléctricos. Este enfoque permitirá identificar tanto las mejores prácticas en el mantenimiento preventivo como las posibles áreas de mejora, con el fin de ofrecer recomendaciones aplicables y efectivas para la optimización de la eficiencia operativa en este ámbito.

## RESULTADOS

Se realizó un análisis en Mendeley y los artículos obteniendo los siguientes resultados:

**Gráfico 1.** Dentro de la búsqueda en Mendeley, encontramos los siguientes artículos por autores:

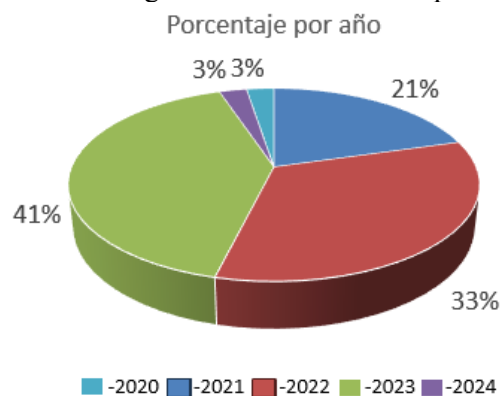


**Tabla 1.** Dentro de los años 2020 al 2024 encontramos a muchos autores que han publicado artículos relacionados a nuestras palabras claves

TOP 20 MAS PUBLICADOS	
Autores	Cantidad
Ismail, Zul Atfi	2
Ogunbayo, Babatunde Fatai	2
Velmurugan, K.	2
Aafif, Yazid	1
Akinradewo, Opeoluwa	1
Al Yami, Mohsenah	1
Alarcón, Mariano	1
Alhamad, Khaled	1
Ali, Muhammad Ahmar	1
Anis, Idrianita	1
Arab-Zozani, Morteza	1
Aroul, Ramya Rajajagadeesan	1
Bairagi, Bipradas	1
Bakri, Adnan	1

Barata, Fausta Ari	1
Chatterjee, Saikat	1
da Silva, Renan Favarão	1
Darmawan, Agus	1
De Oliveira, Ualison Rébula	1
Debala, Gemachis	1

**Gráfico 2.** En el grafico encontramos los porcentajes de artículos por años entre 2020 - 2024



**Tabla 2.** Dentro de los años 2020 al 2024 encontramos a muchos autores que han publicado artículos relacionados a nuestras palabras claves.

Año	Porcentaje
2021	21%
2022	33%
2023	41%
2024	3%
2020	3%

**Gráfico 3.** En el grafico encontramos los porcentajes de artículos por años entre 2020 - 2024:



**Tabla 3.** Dentro de los años 2020 al 2024 encontramos a muchos autores que han publicado artículos relacionados a nuestras palabras claves.

TOP 10 DE REVISTAS CON MAYOR PUBLICACIÓN	
Revistas	Cantidad
Applied Sciences (Switzerland)	75
Energies	21
Buildings	15
Journal of Quality in Maintenance Engineering	13
International Journal of Construction Management	11
Wind Energy	11
Engineering, Construction and Architectural Management	9
Processes	9
Production and Operations Management	9
Managerial Finance	8

## CONCLUSIÓN

El artículo subraya la importancia crítica del mantenimiento preventivo en las flotas de apiladores eléctricos, destacando cómo su implementación puede ser un factor decisivo en la mejora de la eficiencia operativa, la seguridad y la vida útil de los equipos. En particular, se enfatiza la oportunidad que representa la adopción de estrategias como el Mantenimiento Productivo Total (TPM), un enfoque integral que permite a las empresas no solo reducir costos y tiempos de inactividad, sino también optimizar el rendimiento global de sus operaciones. A pesar de los desafíos inherentes que existen a nivel global, nacional y regional, el artículo argumenta que un enfoque sistemático y bien planificado, respaldado por un firme compromiso de la alta dirección, puede superar estos obstáculos y facilitar la implementación exitosa del TPM.

Además, se destaca la necesidad de integrar tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial, el análisis de datos y el Internet de las Cosas (IoT), que permiten una monitorización más precisa y predictiva de los equipos. La capacitación continua del personal técnico se identifica como un elemento crucial para asegurar que estas tecnologías y estrategias sean implementadas de manera efectiva. Por último, la colaboración entre fabricantes, proveedores y operadores es señalada como un componente esencial para el éxito de estas iniciativas, ya que facilita el intercambio de conocimientos y mejores prácticas, lo que a su vez contribuye a una implementación más eficiente y eficaz del mantenimiento preventivo y TPM. Con estos elementos, las empresas pueden lograr ahorros significativos a mediano y largo plazo, al tiempo que mejoran la sostenibilidad y competitividad de sus flotas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gu, J., Liu, L., & Li, Z. (2015). Maintenance strategy optimization for production systems. *Journal of Manufacturing Systems*, 37, 620-631. DOI: 10.1016/j.jmsy.2015.03.007
2. Mobley, R. K. (2002). *An introduction to predictive maintenance*. Butterworth-Heinemann. DOI: 10.1016/B978-075067531-4/50013-7
3. Muller, A., Crespo Marquez, A., & Iung, B. (2008). On the concept of e-maintenance: Review and current research. *Reliability Engineering & System Safety*, 93(8), 1165-1187. DOI: 10.1016/j.ress.2007.08.006
4. Al-Turki, U., Ayar, T., Yilbas, B., & Sahin, A. Z. (2014). Integrated maintenance planning in manufacturing systems. *Springer International Publishing*. DOI: 10.1007/978-3-319-07043-4
5. Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H. A. (2015). A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 3, 18-23. DOI: 10.1016/j.mfglet.2014.12.001
6. Tsang, A. H. C., & Jardine, A. K. S. (2001). *Maintenance, replacement, and reliability: Theory and applications*. CRC Press. DOI: 10.1201/9780203911966
7. Alaswad, S., & Xiang, Y. (2017). A review on condition-based maintenance optimization models for stochastically deteriorating system. *Reliability Engineering & System Safety*, 157, 54-63. DOI: 10.1016/j.ress.2016.08.009
8. Wang, H., & Pham, H. (2006). *Reliability and optimal maintenance*. Springer Science & Business Media. DOI: 10.1007/978-1-84628-269-0
9. Heng, A., Zhang, S., Tan, A. C. C., & Mathew, J. (2009). Rotating machinery prognostics: State of the art, challenges and opportunities. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 23(3), 724-739. DOI: 10.1016/j.ymsp.2008.06.009
10. Ahuja, I. P. S., & Khamba, J. S. (2008). Total productive maintenance: literature review and directions. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 25(7), 709-756. <https://doi.org/10.1108/02656710810890890>



11. Cooke, F. L. (2003). Plant maintenance strategy: evidence from four British manufacturing firms. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 9(3), 239-249. <https://doi.org/10.1108/13552510310493684>
12. Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance*. Productivity Press.
13. Pintelon, L., & Parodi-Herz, A. (2008). Maintenance: an evolutionary perspective. In *Complex system maintenance handbook* (pp. 21-48). Springer, London. [https://doi.org/10.1007/978-1-84800-011-7\\_2](https://doi.org/10.1007/978-1-84800-011-7_2)
14. Swanson, L. (2001). Linking maintenance strategies to performance. *International Journal of Production Economics*, 70(3), 237-244. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(00\)00067-0](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(00)00067-0)
15. Chen, J., Li, Z., & Brandt, M. P. (2018). Predictive maintenance planning for industrial production lines based on traffic light prediction of machine breakdowns. *International Journal of Production Research*, 56(12), 4107-4124.
16. Kumar, R., Markeset, T., & Kumar, U. (2019). Maintenance strategy selection for a fleet of mobile assets. *Maintenance and Reliability*, 19(2), 185-193.
17. Li, J., Ni, J., & Xiao, G. (2021). Integrating total productive maintenance and customer satisfaction: A case study in the manufacturing industry. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 32(1), 1-20.
18. Wang, L., Chu, J., & Wu, J. (2020). Selection of optimum maintenance strategies based on a fuzzy analytic hierarchy process. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 26(1), 54-71.
19. Chen, J., Li, Z., & Brandt, M. P. (2018). Predictive maintenance planning for industrial production lines based on traffic light prediction of machine breakdowns. *International Journal of Production Research*, 56(12), 4107-4124.
20. Kumar, R., Markeset, T., & Kumar, U. (2019). Maintenance strategy selection for a fleet of mobile assets. *Maintenance and Reliability*, 19(2), 185-193.
21. Li, J., Ni, J., & Xiao, G. (2021). Integrating total productive maintenance and customer satisfaction: A case study in the manufacturing industry. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 32(1), 1-20.

22. Wang, L., Chu, J., & Wu, J. (2020). Selection of optimum maintenance strategies based on a fuzzy analytic hierarchy process. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 26(1), 54-71.