

Recepción: 25 de octubre de 2015**Aceptación:** 06 de julio de 2016**Publicación:** 14 de septiembre de 2016

CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS TPM Y RCM EN LA INGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO

CHARACTERISTICS OF THE SYSTEMS TPM AND RCM IN THE MAINTENANCE ENGINEERING

Francisco Javier Cárcel Carrasco¹

1. Doctor Ingeniero Industrial. Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera S/N, 46022, Valencia, España. E-mail: fracarc1@csa.upv.es

Citación sugerida:

Cárcel Carrasco, F.J. (2016). Características de los sistemas TPM y RCM en la ingeniería del mantenimiento. *3C Tecnología: glosas de innovación aplicadas a la pyme*, 5(3), 68-75. DOI: <http://dx.doi.org/10.17993/3ctecno.2016.v5n3e19.68-75/>.

Francisco Javier Cárcel Carrasco

RESUMEN

Existen múltiples sistemas organizativos en la ingeniería del mantenimiento industrial. El mantenimiento productivo total (TPM) y el centrado en la fiabilidad (RCM), son los más documentados y conocidos dentro de la literatura técnica y científica en relación a la gestión de los activos físicos. En este artículo, se analizan de una manera básica los aspectos fundamentales de estos dos sistemas organizativos y las características que los fundamentan que los han hecho referencia dentro de los sistemas utilizados en las empresas.

ABSTRACT

There are multiple organizational systems in industrial maintenance engineering. Total productive maintenance (TPM) and reliability centered maintenance (RCM), are the most documented and known within the technical and scientific literature in relation to the management of physical assets. In this article, are analyzed in a basic way the fundamental aspects of these two organizational systems and characteristics that underlie them that have made reference in the systems used in enterprises.

PALABRAS CLAVE

Mantenimiento industrial, TPM, RCM, Planta industrial.

KEY WORDS

Industrial maintenance, TPM, RCM, Industrial plant.

1. INTRODUCCIÓN

Entre todos los sistemas organizativos, dos han conseguido la difusión suficiente y la estimación científica y técnica como para poder convertirse en referencia, el TPM y el RCM.

El mantenimiento productivo total (TPM) y el basado en la fiabilidad (RCM), así como sus múltiples variaciones desarrolladas en los últimos veinte años, son dos de las opciones organizativas más usadas en la industria, y aparte de su componente fundamental técnico, es preciso el estudio de cómo se gestiona y transmite el conocimiento en estas opciones. El modelo RCM (Moubray, 1991; Smith, 1992) está basado en la fiabilidad que surge en los años sesenta como respuesta a los problemas en aquel momento planteados: crecientes costes de mantenimiento, bajos niveles de disponibilidad, insatisfactoria efectividad del mantenimiento preventivo, etc. Básicamente utiliza los conocimientos y experiencia del personal de mantenimiento y de producción para identificar, a partir de las metas de producción, los requerimientos de mantenimiento de cada unidad operativa, optimizar los rendimientos de esas unidades y alcanzar los resultados esperados.

El TPM (Nakajima, 1988) es un modelo cuyo planteamiento opera sobre la gestión de los activos físicos, y que entiende como básica la implicación del operario como responsable de la calidad del producto y la fiabilidad operativa. Fue definido por primera vez en 1971, y como Nakajima (Nakajima, 1988; 1989) indicó, el TPM tiene tres significados diferentes: Búsqueda de la eficacia económica, Prevención del mantenimiento a través del “diseño orientado al mantenimiento”, y Participación total de los trabajadores mediante el mantenimiento autónomo. Sin embargo, aún sigue siendo poco aplicado por la industria española (Aem, 2010).

Suele afirmarse que el RCM es un sistema que orienta los problemas y sus soluciones de arriba a abajo, mientras que el TPM lo hace de abajo (grupos autónomos) a arriba.

Estas opciones o tipos de mantenimiento han constituido tradicionalmente auténticos sistemas de mantenimiento, aunque sin salirse de las opciones tecnológicas que les sustentaban. Con posterioridad, y en base a la creciente complejidad de las plantas industriales, han surgido una serie de sistemas o filosofías de mantenimiento, que partiendo de las formas o tipos convencionales: correctivo, preventivo o predictivo, han añadido vertientes más estratégicas vinculadas a la cultura empresarial, a la calidad total, a la sostenibilidad, a la Logística como gestión de recursos y flujo de materiales, y a la disponibilidad y su coste.

2. EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

Entre todos los sistemas organizativos, dos han conseguido la difusión suficiente y la estimación científica y técnica como para poder convertirse en referencia, el TPM y el RCM.

El mantenimiento productivo total (TPM) y el basado en la fiabilidad (RCM), así como sus múltiples variaciones desarrolladas en los últimos veinte años, son dos de las opciones

Francisco Javier Cárcel Carrasco

organizativas más usadas en la industria, y aparte de su componente fundamental técnico, es preciso el estudio de cómo se gestiona y transmite el conocimiento en estas opciones. El modelo RCM (Moubray, 1991; Smith, 1992) está basado en la fiabilidad que surge en los años sesenta como respuesta a los problemas en aquel momento planteados: crecientes costes de mantenimiento, bajos niveles de disponibilidad, insatisfactoria efectividad del mantenimiento preventivo, etc. Básicamente utiliza los conocimientos y experiencia del personal de mantenimiento y de producción para identificar, a partir de las metas de producción, los requerimientos de mantenimiento de cada unidad operativa, optimizar los rendimientos de esas unidades y alcanzar los resultados esperados.

El TPM (Nakajima, 1988) es un modelo cuyo planteamiento opera sobre la gestión de los activos físicos, y que entiende como básica la implicación del operario como responsable de la calidad del producto y la fiabilidad operativa. Fue definido por primera vez en 1971, y como Nakajima (Nakajima, 1988; 1989) indicó, el TPM tiene tres significados diferentes: Búsqueda de la eficacia económica, Prevención del mantenimiento a través del “diseño orientado al mantenimiento”, y Participación total de los trabajadores mediante el mantenimiento autónomo. Sin embargo, aún sigue siendo poco aplicado por la industria española (Aem, 2010).

Suele afirmarse que el RCM es un sistema que orienta los problemas y sus soluciones de arriba a abajo, mientras que el TPM lo hace de abajo (grupos autónomos) a arriba.

Estas opciones o tipos de mantenimiento han constituido tradicionalmente auténticos sistemas de mantenimiento, aunque sin salirse de las opciones tecnológicas que les sustentaban. Con posterioridad, y en base a la creciente complejidad de las plantas industriales, han surgido una serie de sistemas o filosofías de mantenimiento, que partiendo de las formas o tipos convencionales: correctivo, preventivo o predictivo, han añadido vertientes más estratégicas vinculadas a la cultura empresarial, a la calidad total, a la sostenibilidad, a la Logística como gestión de recursos y flujo de materiales, y a la disponibilidad y su coste.

3. EL MANTENIMIENTO BASADO EN LA FIABILIDAD (RCM)

El mantenimiento basado en la fiabilidad (*reliability centered maintenance-RCM*) surge en los años sesenta, como respuesta a los problemas en aquel entonces planteados: crecientes costes de mantenimiento, bajos niveles de disponibilidad, insatisfactoria efectividad del mantenimiento preventivo, etc.

Básicamente utiliza los conocimientos y experiencia del personal de mantenimiento y producción para identificar, a partir de las metas de producción, los requerimientos de mantenimiento de cada unidad operativa, optimizar los rendimientos de esas unidades y alcanzar los resultados esperados. Es apropiado para equipos grandes y complejos, cuyos fallos conllevan riesgos económicos, de seguridad o medioambientales.

El RCM se basa en analizar los fallos potenciales que puede tener una instalación, sus consecuencias y la forma de evitarlos. Desde el origen en su definición en 1978, el RCM ha sido usado para diseñar el mantenimiento y la gestión de activos en todo tipo de actividad industrial y en prácticamente todos los países industrializados del mundo. Este proceso (Nowlan et al., 1978) ha sido mejorado y refinado con su uso y con el paso del tiempo. Muchas de las posteriores evoluciones de la idea original conservan los elementos clave del proceso ideado por Nowlan y Heap. Sin embargo, el uso extendido del nombre “RCM” ha llevado a que surjan un gran número de metodologías de análisis de fallos que difieren significativamente del original, pero que sus autores también llaman “RCM”. Muchos de estos otros procesos no alcanzan los objetivos definidos por Nowlan y Heap, y algunos son incluso contraproducentes. En general tratan de abreviar y resumir el proceso, lo que lleva en algunos casos a desnaturalizarlo completamente (García, 2009).

El RCM establece el proceso de las tareas de mantenimiento programado (preventivo) tratando de eliminar las causas de las fallas (proactivo), sobre las bases del conocimiento del estado de los equipos (predictivo), para lo cual conlleva una continua búsqueda de información y conocimiento, que promueva la mejora de la confiabilidad del activo (figura 2), motivando la mejora continua y la mayor eficiencia de los equipos e instalaciones.

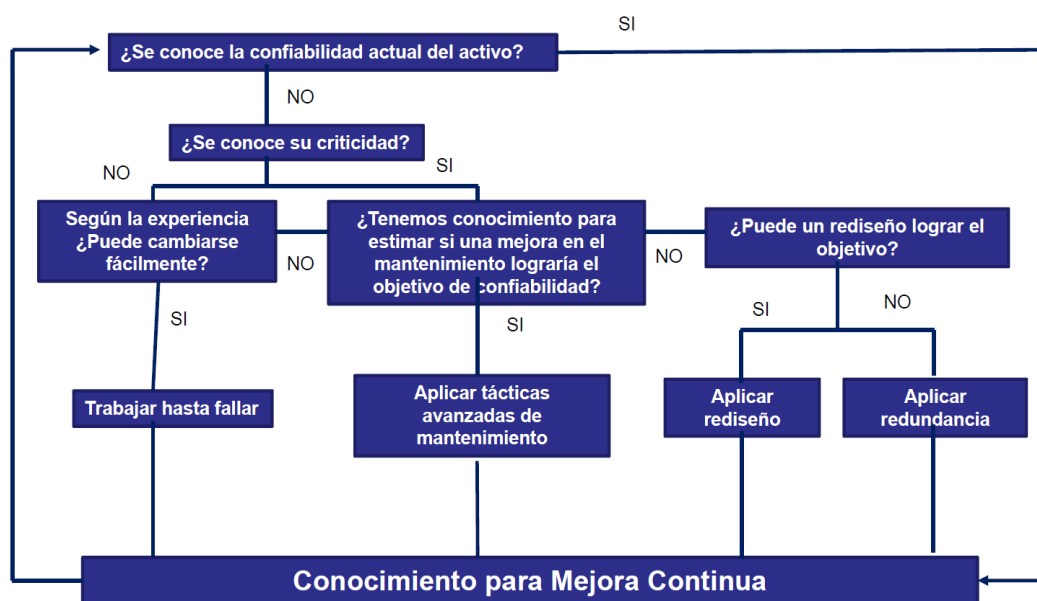


Figura 2. La búsqueda continua del conocimiento en el RCM.

Debe ser aumentado el tiempo operacional de los sistemas críticos (Sols, 2000), lo que conlleva un profundo estudio, experimentación y conocimiento del mecanismo de fallo, marcando los estados de falla potencial y funcional de cualquier sistema.

Se desarrolla en una serie de fases. En las primeras, se examinan las funciones y metas de la productividad; a continuación, se evalúan los modos y efectos de los fallos que generan improductividad; con posterioridad, se definen los métodos adecuados para reducir las consecuencias del fallo. Se representan las siete fases del proceso de revisión de un RCM. Se comenta, a continuación cada fase:

- Fase 1ª: Se trata de identificar y priorizar los recursos físicos de la planta. Se confecciona una lista, registro o árbol de familias de equipos que deben ser mantenidos, evaluando su efecto sobre los procesos de negocio de la empresa.
- Fase 2ª: Se definen las funciones (primarias, secundarias, protectoras) de los equipos a mantener. Se fijan las metas de productividad diferenciando entre las capacidades de los equipos y los requerimientos.
- Fase 3ª: Se determinan los niveles esperados de rendimiento y en consecuencia los fallos funcionales, lo que define la calidad y cantidad del mantenimiento.
- Fase 4ª: Se identifican los modos probables de fallo, sus causas y sus efectos. Existen modos de fallo no especificados por el fabricante, cuya inclusión es determinada por la experiencia. Se describen también los efectos y sus consecuencias.
- Fase 5ª: Se seleccionan las tácticas de mantenimiento que permitan gestionar eficientemente los fallos. Se recomienda reducir la probabilidad de múltiples fallos en el caso de fallos ocultos; el rediseño o la modificación en el caso de fallos que afecten a la seguridad; y la operación hasta el fallo o correctivo cuando el fallo tiene consecuencias en producción o mantenimiento. El RCM destaca las ventajas del predictivo frente a tácticas de reparación y de desecho basadas en el tiempo. Se deciden también las frecuencias de aplicación.
- Fase 6ª: Se ejecutan las tácticas de mantenimiento determinando acciones y recursos necesarios.
- Fase 7ª: Se optimizan tácticas y programas mediante la reevaluación periódica de los resultados de las acciones RCM. Se trata a veces de un proceso continuo de monitorización, retroalimentación de datos y consiguiente adaptación o modificación.

El planteamiento de implantación gravita sobre:

- importantes esfuerzos de formación y entrenamiento,
- aplicaciones piloto,
- la difusión fluida de conocimientos,
- el trabajo en pequeñas células o grupos,
- el establecimiento de una visión de excelencia,
- el impulso de credibilidad y apoyo logrando resultados inmediatos.

Todo ello gravita en la búsqueda continua de conocimiento para pasar por todas las fases descritas.

El programa de mantenimiento inicial, que a menudo resulta de la colaboración entre el suministrador y el usuario, se define con anterioridad a la operación y está basado en la metodología del RCM. El programa de seguimiento y actualización del mantenimiento, que se desarrolla a partir del programa inicial, lo inicia el usuario tan pronto como sea posible y una vez que ha comenzado la operación. Dicho programa podría basarse en datos reales de fallos o degradación y en los avances de la tecnología, los materiales, las técnicas de mantenimiento y los métodos (figura 3).

Un programa inicial de RCM puede comenzarse cuando el producto está en servicio para renovar y mejorar el programa existente de mantenimiento que ha sido preparado a partir de la experiencia o de las recomendaciones del fabricante, sin el beneficio que proporciona un enfoque normalizado como el del RCM (UNE-EN200001-3-11, 2003).

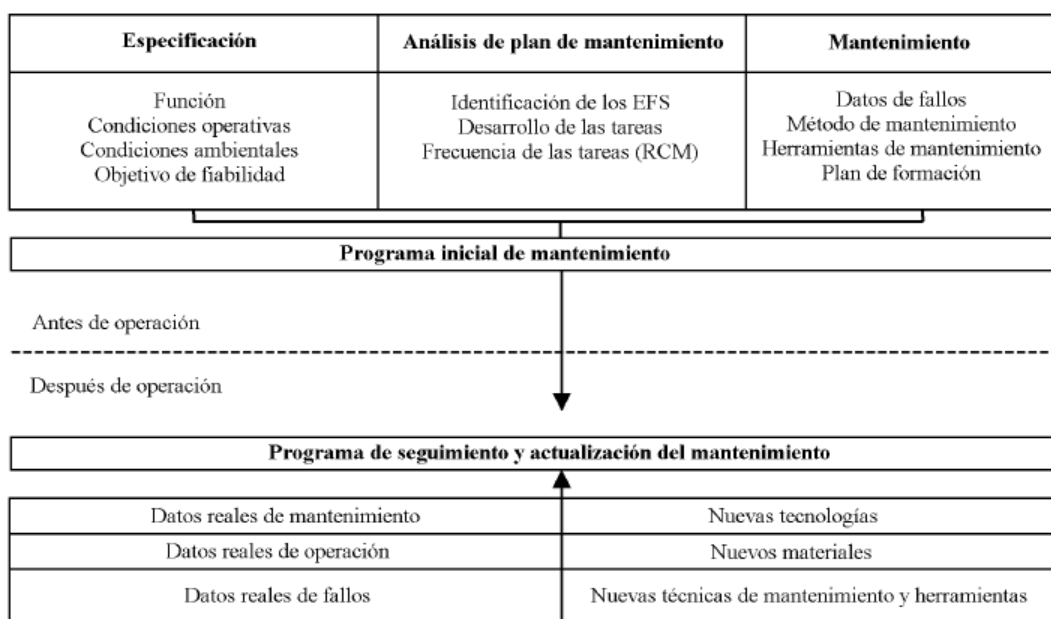


Figura 3. Evolución de un programa dinámico de mantenimiento RCM, e información requerida.

Fuente: UNE-EN200001-3-11, 2003.

4. CONCLUSIONES

Las estrategias globales de mantenimiento son normalmente utilizadas por grandes empresas, siendo su barrera fundamental la propia disciplina empresarial que debe ser mantenida de manera continua, la dotación de medios en sus comienzos en grande y debe estar involucrada toda la organización.

Tanto el mantenimiento productivo total (TPM), como el basado en la fiabilidad (RCM), requieren una gran implicación de toda la organización de mantenimiento, y de todos los órganos de la empresa, en especial los servicios de producción. Ambos requieren una gran dosis de gestión de la información y del conocimiento, que articule toda la experiencia e información requerida y generada.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AEM, Asociación española de mantenimiento. (2010). *Encuesta sobre la evolución y situación del mantenimiento en España*. AEM.
- García, S. (2009). *Ingeniería del mantenimiento*. Colección mantenimiento industrial, 6. Editorial Renovetec.
- Nowlan, F. y Heap, H. (1978). *Reliability Centered Maintenance*. U.S: Department of commerce national technical information service. Springfield. USA.
- Moubray, J. (1991). *Reliability-Centered Maintenance*. Butterworth-Heinemann, Oxford.
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM*. Productivity Press, Cambridge, MA.
- Nakajima, S. (1989). *TPM Development Program*. Productivity Press, Cambridge, MA.
- Smith M, A. (1992). *Reliability Centered Maintenance*. McGraw Hill, Inc. School Education Group - New York - USA.
- Sols, A. (2000). *Fiabilidad, Mantenibilidad, Efectividad, un enfoque sistémico*. Comillas, Madrid.
- UNE-EN 200001-3-11, (2003). *Gestión de la confiabilidad: Parte 3-11. Guía de aplicación Mantenimiento centrado en la fiabilidad*. AENOR.