

Sistema de gestión de mantenimiento

Maintenance Management System



 [Francisco Martínez-Pérez*](#)

<https://cu-id.com/2284/v14n2e10>

Universidad Tecnológica de La Habana-CUJAE, Centro de Estudios de Ingeniería de Mantenimiento, Marianao, La Habana, Cuba

RESUMEN: Todo sistema de dirección conlleva tres etapas (organización, planificación, ejecución y control). El mantenimiento no está excluido, como sistema de estas etapas. En un trabajo previo fue abordada la elaboración de la organización (estructura); en éste artículo se tratará de la planificación (gestión). La gestión del mantenimiento debe entenderse en el concepto de una gestión integral total de calidad y que incluya todo el ciclo de vida de los activos físicos. La función mantenimiento es una necesidad que nadie niega, pero se evidencia una falta de estrategia propia e integrada con la gestión de los activos físicos de la entidad y que no están suficientemente determinados los procesos que la componen y las funciones de los mismos para permitir determinar los desempeños que se requieren y a su vez poderlos medir y controlar para la mejora continua. En este trabajo brindaremos los elementos necesarios para contribuir este propósito.

Palabras clave: gestión, organización, control.

ABSTRACT: Every management system includes four steps: organization, planning, performing and control. Maintenance as a system is not excluded in these steps. On a previous work was explained the structure and in the present one is treated the management. Management in maintenance has to be considered as an integral concept of the total control of the quality and it includes all the life's cycle of the assets. The function maintenance is a need that is not denied but sometimes is evident the absence of an own and integral strategy on the management, and are not so well determined the processes that must to be included and the functions of the same ones to allow to decide the actions required and in turn to be able to measure and to control a continuous improvement of it. In this paper we offer the necessary elements to contribute to this purpose.

Keywords: Management, Organization, Control.

INTRODUCCIÓN

Todo sistema de dirección conlleva tres etapas (organización, planificación, ejecución y control). El mantenimiento no está excluido, como sistema de estas etapas. En un trabajo previo fue abordada la elaboración de la organización (estructura) por [Martínez-Pérez & Ruiz-González \(2023\)](#); en éste artículo se tratará de la planificación (gestión).

La gestión de mantenimiento es responsable de armonizar los activos fijos, minimizando los tiempos de parada y los costos asociados a los mismos. Es por esto, que una adecuada gestión de mantenimiento, en el marco de una filosofía del personal orientada hacia la calidad, ayuda a incrementar la productividad, por lo que es de vital importancia el estudio de los aspectos que pueden afectarla.

Desde el punto de vista de la teoría de sistemas, el Mantenimiento puede verse como un subsistema, un proceso caracterizado por un conjunto de entradas expresadas en términos de recursos humanos, materiales, financieros e informativos; el proceso de

conversión y, por último, un conjunto de salidas o resultados obtenidos como consecuencia del desempeño del sistema, expresados en términos del servicio que este último provee a sus clientes, fundamentalmente al subsistema de operaciones. ([Amendola, 2003, 2005](#); [García-Garrido, 2010](#); [Nakajima, 2000, 1988](#)).

Según la ISO 9000:2005, la gestión no es más que el conjunto de procesos coordinados para dirigir y controlar una organización según Mantenimiento mundial (2005); las actuaciones con las que la dirección de una organización de mantenimiento sigue una política determinada ([Carbellido & Robles-Carrión, 2005](#); [Nicoletti, 2008](#)).

Proceso es un conjunto de actuaciones, decisiones, actividades y tareas que se encuadran de forma secuencial y ordenada para conseguir un resultado que satisfaga plenamente los requisitos del cliente al que va dirigido; es un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuáles transforman elementos de entrada en resultados ([Carbellido & Robles-Carrión, 2005](#); [Nicoletti, 2008](#)).

*Autor para correspondencia: Francisco Martínez-Pérez, e-mail: fmartinezperez2013@gmail.com

Recibido: 13/05/2023

Aceptado: 20/02/2024

Los procesos tienen la capacidad para transformar unas entradas en salidas o resultados durante los cuales se consumen o utilizan recursos, tanto materiales, financieros, como humanos, los cuales deberán ser usados de la manera más eficiente posible (Fig. 1). En la Fig. 2 se puede apreciar la gestión de procesos en el mantenimiento.

Las siguientes son las diez mejores prácticas en las cuales está sustentado el Modelo de Gestión:

Organización centrada en equipos de trabajo.

- Apoyo y visión de la gerencia.
- Integración con proveedores de materiales y servicios.
- Planificación y programación proactiva.
- Contratistas orientados a la productividad.
- Procesos orientados al mejoramiento continuo.
- Gestión disciplinada de suministro de materiales.
- Gerencia disciplinada de paros de planta.
- Producción basada en confiabilidad.
- Integración de sistemas.

DESARROLLO DEL TEMA

El mantenimiento en empresas es necesario se integre al proceso productivo, contribuyendo, eficazmente que la empresa avance hacia la excelencia. El mantenimiento necesita ser un agente

proactivo. Las características básicas de toda empresa, deben y tienen que basarse en creatividad, flexibilidad, velocidad, cultura de cambio y trabajo en equipo. En la visión de hoy, el mantenimiento se basa en que no haya mantenimiento, se exige una mayor calificación para evitar fallas y no para corregirlas, mayor disponibilidad y fiabilidad en las instalaciones (Con mantenimiento, 2009; Mantenimiento mundial, 2005).

La gestión del mantenimiento abarca el cumplimiento de un conjunto de funciones: la planificación, la organización, la ejecución y el control. Además de estas cuatro funciones, debe decirse que resulta indispensable una quinta, la necesaria constante retroalimentación para mejorar las acciones e incrementar la eficiencia y resultados. (Fig. 3)

El concepto de gestión integral del mantenimiento no siempre se interpreta en toda su dimensión ya que en ocasiones no se toma en cuenta el contexto operacional y el entorno, así como también existen sistemas de gestión ambiental, de seguridad, eficiencia energética y de calidad que no se integran suficientemente a las labores de mantenimiento en el ciclo de vida de los activos físicos; por tanto la Gestión del Mantenimiento debe entenderse en el concepto de una gestión integral total de calidad y que incluya todo el ciclo de vida de los activos físicos.

El principio debe ser establecer la Gestión del Mantenimiento como parámetro de referencia para evaluar, a través, de la supervisión: la planificación,

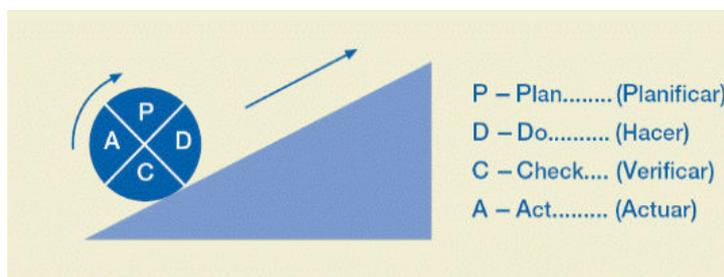
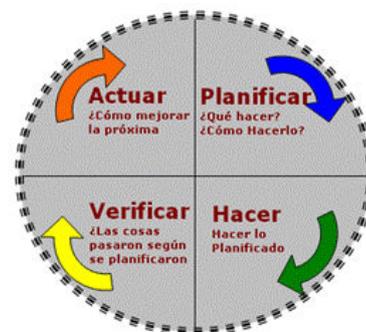


FIGURA 1. La Gestión por Procesos como filosofía de gestión empresarial.



FIGURA 2. La Gestión de Mantenimiento bajo el enfoque de proceso.



El Ciclo de la Mejora continua "Planificar-Hacer-Verificar-Actuar"

FIGURA 3. Ciclo de la mejora continua en la gestión del mantenimiento.

ejecución y control, el conjunto de actividades propias de la función, que permiten el uso efectivo y eficaz de los recursos con que cuenta la Organización, para alcanzar los objetivos que satisfacen los requerimientos de los diferentes grupos de interés, cuyo objetivo básico consiste en incrementar la disponibilidad de la producción (activos), partiendo de la ejecución de los mismos, mediante las mejoras incrementales a bajo costo, para ser competitivo, logrando que funcionen de forma eficiente y confiable dentro de un contexto de operación (Zambrano & Leal, 2005).

Las mayores y más frecuentes deficiencias detectadas en estudios realizados según Tavares (1999) son principalmente:

- Documentación técnica insuficiente, poco estudiada y utilizada.
- Procedimientos de planificación no existentes o poco fundamentados.
- Mala gestión de las órdenes de trabajo y ausencia de históricos válidos.
- Falta de indicadores técnico-económico para la toma de decisiones.
- La capacitación y sus competencias laborales no están acorde a las necesidades.
- El trabajo en equipo interno y externo no se logra suficientemente.
- La gerencia general no atiende con pertinencia esta actividad.
- Problemas organizacionales y de flujo de la línea de mando.

Por cuanto, la influencia desmedida de estas condiciones, como muchas otras, generan en el negocio una pérdida de productividad, lo que puede traducirse en baja rentabilidad; se hace necesaria la función del mantenimiento en el campo de la Ingeniería como estructura de apoyo, debido al gran interés económico derivado de la repercusión, que su carencia o insuficiencia tiene en los beneficios empresariales, por lo tanto, esta función es admitida como un eslabón de la cadena productiva sobre la que es imperioso actuar continuamente para mejorar las condiciones del negocio.

Organización del mantenimiento

La organización del mantenimiento de cualquier empresa era definida como la planificación y administración de los recursos (personal, repuestos, equipamientos) para su adecuación a la carga de trabajo esperada. Aunque esas actividades forman parte de la organización del mantenimiento, la definición debe ser ampliada. La organización del mantenimiento debe estar orientada a la administración y solución de los problemas en la

producción, de la manera que la empresa sea competitiva. El mantenimiento es una actividad estructurada en la empresa, integrada a las demás actividades, que ofrece soluciones buscando maximizar los resultados (Moubray, 2004).

La estructura del mantenimiento puede ser encontrada en cualquier lugar y situación diferente. Es por eso, que tanto la estructuración y subordinación del mantenimiento puede tener variaciones que dependen de la diversificación de las actividades, de la magnitud de la empresa y de las características de la producción o los servicios. No resulta difícil imaginar los diferentes aspectos que incluye la actividad del mantenimiento en una refinería, una planta siderúrgica, una termoeléctrica o un hospital; solo por citar algunos ejemplos.

Producción y Mantenimiento son dos elementos igualmente importantes del proceso productivo, por lo que ambos deben y tienen que estar directamente subordinados a la dirección empresarial, siempre bajo el principio de solventar la “contradicción” operación-mantenimiento.

El principal cliente de mantenimiento es operación. El concepto de cliente interno aparece a mediados de los años 80, con la introducción masiva de las formas de gestión de empresas japonesas. Es un concepto muy interesante para cadenas de producción, en las que una fase de la producción proporciona la ‘materia prima’ con la que se elaborará la siguiente. Este concepto de cliente interno se aplicó también a otros departamentos, estableciéndose en multitud de empresas en que Mantenimiento es el ‘proveedor’ de producción y éste, por tanto, su cliente. Según esa concepción, otros departamentos, como Ingeniería, Métodos o Compras, también son proveedores de Producción (Martínez-Pérez, 2017).

Esta forma de establecer la relación entre Mantenimiento y Producción tal vez sea válida en entornos en los que no existe Gestión de Mantenimiento, donde Mantenimiento tan solo se ocupa de la reparación de las fallas que comunica Producción. Pero esta situación es muy discutible cuando el mantenimiento se gestiona, entendiéndose por gestionar, tratar de optimizar los recursos que se emplean. En estos casos, Producción y Mantenimiento son dos elementos igualmente importantes del proceso productivo, dos ruedas del mismo carro.

Un carro que, por cierto, tiene más ruedas: Ingeniería, Compras, Calidad, Administración... Para que la organización funcione es necesario que funcionen todos sus departamentos, cada uno de sus áreas. Se puede decir incluso que la eficiencia de una organización está determinada por el departamento que peor funcione (Amendola, 2005).

En resumen, parece evidente que el objetivo del Departamento de Mantenimiento de una empresa tendrá como función principal, la aplicación de un Plan de Mantenimiento integral que optimice la vida

de los equipos y reduzca al máximo las fallas, siempre en coordinación con el resto de los departamentos de la empresa, para tratar de garantizar la máxima eficiencia del proceso y obtener una productividad óptima. Esto será responsabilidad del gerente o director de la empresa.

El mantenimiento necesita ser un agente proactivo. Las características básicas de toda empresa, deben y tienen que basarse en creatividad, flexibilidad, velocidad, cultura de cambio y trabajo en equipo. En la visión de hoy, el mantenimiento se basa en que no hay mantenimiento, se exige una mayor calificación para evitar fallas y no para corregirlas (mantenimiento proactivo), mayor disponibilidad y fiabilidad en las instalaciones.

Planificación del mantenimiento

La planificación del mantenimiento es una etapa importantísima independientemente del tamaño y complejidad del mismo. Puede ser realizada en un tiempo muy corto cuando existen patrones definidos por la propia repetición del servicio de mantenimiento o demandar de meses de trabajo si se trata de planificar una parada de planta (Duffuaa, 2012; Duffuaa, 2002; Mora, 2009).

Muchos son los beneficios alcanzados al llevar un programa establecido de modelos de mantenimiento, programación y control del área de mantenimiento, algunos de ellos son:

- Menor consumo de horas hombre.
- Disminución de inventarios.
- Menor tiempo de parada de equipos.
- Mejora el clima laboral en el personal de mantenimiento.
- Mejora la productividad (Eficiencia x Eficacia).
- Ahorro en costos.

Cada una de las acciones o atenciones que requieren los equipos, las modificaciones que se realicen a los sistemas, así como los proyectos que se ejecuten, deben participar de todo un buen proceso de planeación para ubicar en esta fase las potencialidades, obstáculos que se han de superar e incluso valorar todos los recursos requeridos y existentes.

La planeación adecuada, buscando un resultado de calidad se basa en la aplicación de tecnologías adecuadas, trabajo interdisciplinario y en equipo, la formulación de puntos de control que sean para el proceso enriquecedores y que revelen precisamente si se trabaja con el concepto de calidad o si se es distante a él. Vital es planear, sin importar qué tan grande o pequeño es el trabajo a realizar.

El mejoramiento continuo, la planificación ayuda a evaluar y mejorar la ejecución del mantenimiento y la

producción en la industria (Amendola, 2002; Ammedola-Smith, 2002, 2002).

En caso de que se tenga un problema o fallo en un equipo, se puede conceptualizar el planear como la búsqueda de solución a un problema respetando las siguientes recomendaciones:

1. Seleccione el problema de manera concreta y describa la oportunidad de mejora sugerida. Para esto es necesario analizar las variaciones en indicadores que se lleven del sistema, buscar un grupo interdisciplinario que pueda aportar ideas claras y ser concreto en lo que se analiza.
2. La creación de Tablas de funcionamiento, Pareto, análisis causa-efecto, entre otros, son elementos fundamentales para ubicar soluciones satisfactorias.
3. Pueden ser varias soluciones las propuestas, no obstante, en el proceso de mejora continua todo se debe experimentar y comprobar (Nada es infalible en nuestra gestión)

¿Qué es planificar? Es trazar un proyecto que contengan los puntos siguientes:

El Que: Alcance del trabajo o proyecto. En este punto se plantea una lista de órdenes de trabajo a efectuarse, incluyendo solo las necesarias.

El Como: Procedimientos, normas, procesos. Forma a efectuar el trabajo, incluye documentación técnica, procedimientos y maniobras.

Los Recursos: Humanos horas hombre necesarias según especialidades, equipos, herramientas, materiales, etc.

La Duración: Tiempo del proyecto o trabajo.

Para una gestión efectiva se considera un buen control de inventarios y una actualización continua. Además del almacenamiento de los mismos que debe ser en un lugar de fácil acceso, con una buena distribución y centralizado con el fin de movilizar en el menor tiempo posible. En caso de mantenimientos emergentes conviene tener en cuenta el beneficio y el valor potencial del repuesto para no asumir riesgos ni un inútil almacenamiento.

También se debe tomar en cuenta los presupuestos y las asignaciones requeridas para la obtención y almacenamiento de estos recursos para que el mantenimiento sea efectivo. En este punto se deben calcular, elaborar y controlar los presupuestos.

Pormenorización de los detalles. Se adopta la máxima pormenorización en cuanto a herramientas, máquinas de elevación de cargas y máquinas de operación que de no estar pueden constituir cuellos de botella.

Órdenes de trabajo: Son documentos que informan el desempeño de los equipos o máquinas dentro de la industria y el modelo de mantenimiento que se le aplica, es decir un informe que se presenta

periódicamente y según la cronología en que se aplique el mantenimiento a dicho elemento; permite evaluar y analizar las posibles averías, predecir y controlar periódicamente el comportamiento de equipo y maquinaria.

Este documento es de extrema importancia pues el que permite efectuar análisis de criticidad, de falla o cualquier tipo de aplicación de herramientas de mantenimiento. Es esencial cuando se trabaje en la implementación de mantenimientos preventivos y predictivos.

El propósito del sistema de órdenes de trabajo es proporcionar medidas para:

1. Solicitar por escrito el trabajo que va a realizar el departamento de mantenimiento.
2. Seleccionar por operación el trabajo solicitado.
3. Asignar el mejor método y los trabajadores más calificados para el trabajo.
4. Reducir el costo mediante una utilización eficaz de los recursos (mano de obra, material).
5. Mejorar la planeación y la programación del trabajo de mantenimiento.
6. Mantener y controlar el trabajo de mantenimiento.
7. Mejorar el mantenimiento en general mediante los datos recopilados de la orden de trabajo que serán utilizados para el control y programación de mejora continua.

La administración del sistema de órdenes de trabajo es responsabilidad de las personas que están a cargo de la planeación y la programación. La orden de trabajo debe diseñarse con cuidado tomando en consideración dos aspectos. El primero consiste en incluir toda la información necesaria para facilitar una planeación y programación eficaces, y el segundo consiste en hacer énfasis en la claridad y facilidad de ejecución.

Ejecución

Simplemente es poner en práctica lo planeado, buscando siempre la eficiencia y el buen resultado en cada una de las acciones requeridas sin dejar de lado que se debe cumplir con los requisitos y criterios de aceptación ya delineados en la planeación. Es importante la adecuada selección del personal que va a ejecutar el trabajo. Siempre que sea necesario, ejecutar en grupos de especialidades.

Se requiere dar un constante seguimiento al proceso de implementación y es importante recordar que mediante la medición se puede determinar adecuadamente si algo es bueno o no.

Para la ejecución del plan de mantenimiento se debe establecer con carácter obligatorio que:

- Al ejecutar los mantenimientos y reparaciones en cada área, el personal designado debe conocer y

tener acceso a los procedimientos existentes para cada el tipo de trabajo a realizar, las instrucciones y normas del trabajo a ejecutar, tener disponible la documentación técnica para garantizar que el trabajo se ejecute en el tiempo programado y con la calidad esperada.

- Estén cumplidos los procedimientos que permitan iniciar y terminar todos los trabajos de mantenimiento y reparaciones con la seguridad industrial y las medidas de cuidado del medio ambiente.
- Estén realizadas las comprobaciones de la certificación de los medios y accesorios de izaje y la verificación y/o calibración de las herramientas de trabajo a utilizar en la ejecución de todos los trabajos.
- Estén asegurados los equipos de protección personal correspondientes para la realización de los trabajos.
- Se establezca en forma adecuada la verificación de la certificación de la calidad de materiales, piezas de repuesto y otros recursos a emplear.
- Estén establecidos en las etapas de los trabajos que se ejecutan, el sistema de control de la calidad (etapas de preparación, ejecución y entrega de los equipos una vez concluido el Mantenimiento).
- En el proceso de entrega a la producción de cualquier equipo o sistema que haya sido objeto de reparación, deberá estar establecido los documentos probatorios de la reparación realizada, así como las certificaciones de calidad correspondientes que deberá entregar el Jefe de la reparación.
- Que todos los trabajos que se realicen, en la inspección, así como cualquier acción de mantenimiento este regida por una orden de trabajo, salida del proceso de planificación y programación

Control del mantenimiento

La función de control del mantenimiento es la de supervisar la calidad de los trabajos realizados y reúne los siguientes aspectos a controlar: Realizar inspecciones de la calidad de las acciones, los procedimientos, el equipo y las instalaciones de mantenimiento. Qué servicios serán realizados y cuándo. Si están garantizados todos los recursos necesarios.

Definir la adecuada prioridad de los trabajos.

Conservar y mejorar los documentos, los procedimientos y las normas de mantenimiento.

Asegurar que todas las unidades estén conscientes y sean expertas en los procedimientos y normas de mantenimiento.

Mantener un alto nivel de conocimiento, manteniéndose al día con la literatura referente a los procedimientos y registros de mantenimiento.

Hacer aportaciones a la capacitación del personal de mantenimiento.

Realizar análisis de deficiencias y estudios de mejora de procesos empleando diversas herramientas para el control estadístico de procesos.

Asegurar que los trabajadores se ajusten a todos los procedimientos mecánicos y administrativos cuando realicen el trabajo de mantenimiento.

Revisar los estándares de tiempo de los trabajos para evaluar si son adecuados.

Revisar la calidad y disponibilidad de los materiales y refacciones para asegurar su disponibilidad y calidad.

Realizar auditorías para evaluar la situación actualizada del mantenimiento y prescribir soluciones para las aéreas con deficiencias.

Establecer la certificación y autorización del personal que realiza tareas críticas altamente especializadas.

Desarrollar procedimientos para la comprobación de los equipos mantenidos antes de aceptarlos.

El personal de control de calidad del mantenimiento debe ser tan independiente como sea posible una extensión de la fuerza de trabajo.

Asimismo, no realizan inspecciones de producción, ya que tales inspecciones pueden asignarse a inspectores de producción o supervisores del taller. El personal de la unidad de control debe estar formado por técnicos o ingenieros altamente calificados y con una extensa capacitación en aéreas de cómo mejorar la productividad, control estadístico de procesos, mejora de procesos, planeación y programación y medición del trabajo.

Hoy en día existe una gran cantidad de software que garantiza el eficiente control del mantenimiento. Sin embargo, en donde no se disponga de esta posibilidad es factible, el llenado de todos los documentos manualmente, los cuales son recogidos al finalizar el día y digitalizados, efectuando en sección nocturna todo el procesamiento de información para su empleo al día siguiente para realizar la programación.

Evaluar

No es más que decidir si los resultados cumplen con los requisitos y criterios que en un principio se definieron.

Se debe partir de la objetividad. De allí que es vital que la medición se base en géneros cuantitativos en vez de cualitativos.

Realizar un trabajo, una reparación, modificación o proyecto y que dé como resultado que todo funcione, no necesariamente indica que el trabajo fue de calidad y que se haya cumplido adecuadamente el proceso de

calidad. Todo debe enfocarse principalmente en función de si se cumplieron tanto los procedimientos establecidos junto con los requisitos predefinidos y lo que es más importante; si se logró la satisfacción de los clientes.

Actuar

En la vida real y en cualquier Gestión de Mantenimiento siempre hay cosas que no salen como son esperadas pero la perseverancia y el mejoramiento ha de ser un aliado en cualquier labor a desempeñar, en especial en la aplicación de un servicio como lo es la GESTIÓN DE MANTENIMIENTO.

Como se puede apreciar, la aplicación de PLANEAR/HACER/EVALUAR/ACTUAR no es más que una herramienta que se puede utilizar fácilmente en la gestión de Mantenimiento tanto como modelo para la resolución de problemas, como para mejorar algo dentro de nuestro proceso de calidad.

Siempre que se sistematice ésta u otra forma de trabajar en el grupo de trabajo, contribuirá a que el conocimiento sobre los equipos, sistemas y situaciones imprevistas sea incrementado paulatinamente y los resultados del trabajo tiendan necesariamente a ser mejores.

La calidad dentro de la gestión de Mantenimiento se logra siendo constantes en cada uno de los procedimientos desarrollados y para ello se requieren métodos definidos, procedimientos escritos y detallados, documentación, capacitación y medición, ya que todo aquello que no se puede medir indudablemente no se puede mejorar.

Ante todo, lograr el compromiso de todos en el desarrollo del entorno sistemático y agradable que genera el trabajar dentro de un proceso de calidad para obtener la calidad en todo lo que se hace.

Enfermedades graves de las organizaciones

Existen tres enfermedades graves de las organizaciones, que son:

Pérdida de conocimiento o no adquisición de conocimiento que sirvan como base para el desarrollo y la pérdida de la competitividad.

Insatisfacción de los factores colaboradores en todas en las tareas.

Imagen negativa de la organización.

Las tres causan pérdida de la competitividad que se mide por la productividad y ésta por la **ecuación**:

$$\text{Productividad} = \text{Facturación} / \text{Costos}$$

CONCLUSIONES

- El subsistema de gestión es parte integrante del sistema de mantenimiento.
- Como todo sistema de dirección está conformado por cuatro aspectos (organización, planificación, ejecución y control). Es importante un quinto

aspecto, la verificación, para corregir errores que mejoren los resultados y eficiencia.

- La principal garantía del buen desarrollo de la gestión es el compromiso y control por la dirección de la organización.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amendola, L. (2002). *PAS 55-ISO 55000*. Universidad Politécnica de Valencia, España. <http://mantenimientomundial.com>
- Amendola, L. (2003). *Modelos mixtos en la gestión del mantenimiento*. Departamento de Proyectos de Ingeniería e Innovación, Universidad Politécnica de Valencia, España.
- Amendola, L. (2005). *Mantenimiento su implementación y gestión* (Primera Edición, Libro Electrónico). Universitas, Argentina.
- Ammedola-Smith, L. (2002). *Modelos mixtos de confiabilidad*, Universidad Politécnica de Valencia, España.
- Carbellido, V. M., & Robles-Carrión, A. R. (2005). *ISO 9000: 2000: Estrategias para implementar la norma de calidad para la mejora continua*. Editorial Limusa, ISBN: 968-18-6349-6.
- Con mantenimiento. (2009). *Con mantenimiento 2009, México*. <http://www.conmantenimiento.com.mx>
- Duffua, S. (2012). *Sistemas de Mantenimiento, Planeación y Control*. Limusa, Wiley, México.
- Duffuaa, R. (2002). *Dixon. 2.002. Sistemas de mantenimiento, planeación y control*. Limusa. Mexico.
- García-Garrido, S. (2010). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Ediciones Diaz de santos, España.
- Mantenimiento mundial. (2005). *Mantenimiento mundial*. <http://www.mantenimientomundial.com>
- Martínez-Pérez, F. (2017). *Mantenimiento Industrial. Conceptos y aplicaciones*. Editora MINAZ, La Habana, Cuba.
- Martínez-Pérez, F., & Ruiz-González, M. L. (2023). Una estrategia de mantenimiento. *Revista Ingeniería Agrícola*, 13(2), 42-47, ISSN: 2306-1545, Publisher: Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola.
- Mora, L. A. (2009). *Mantenimiento-planeación, ejecución y control*. Alfaomega Grupo Editor.
- Moubray, J. M. (2004). *RCM II. Mantenimiento centrado en confiabilidad* (Segunda Edición). Ellmann, Sueiro y Asociados, España.
- Nakajima. (2000). *Introduction to TPM*. Productivity Press, Cambridge, Massachusetts, USA.
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM: total productive maintenance.(Translation)*. Productivity Press, Inc., Massachusetts, USA.
- Nicoletti, J. A. (2008). Las normas de calidad: ISO 9000: 2000 como instrumento para la certificación de organizaciones educativas. *Revista Internacional de Investigación en Ciencias Sociales*, 4(2), 87-104, ISSN: 2225-5117, Publisher: Universidad Autónoma de Asunción.
- Tavares, L. A. (1999). *Administración moderna de mantenimiento*. Editorial Novo Polo Publicacao, Brasil.
- Zambrano, S., & Leal, S. (2005). *Fundamentos básicos de mantenimiento*. Litho, Caracas, Venezuela.

Francisco Martínez-Pérez, Dr.C., Profesor Titular, Universidad Tecnológica de La Habana-CUJAE, Centro de Estudios de Ingeniería de Mantenimiento, Marianao, La Habana, Cuba.

El autor de este trabajo declara no presentar conflicto de intereses.

La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por el autor ni por el editor.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)