



AUDITORÍA DE MANTENIMIENTO: LA UNIÓN DE DOS HERRAMIENTAS ESENCIALES PARA BENEFICIO DE LA PRODUCCIÓN INDUSTRIAL MODERNA

(Maintenance audit: the union of two essential tools for the benefit of modern industrial production)

José Isaías Salas Hernández
Universidad de Oriente, UDO
jose.salas.pequiven@gmail.com

Ninoska Rodriguez
Universidad del Zulia (LUZ)
ndrodriguez@gmail.com

Adriana Maria Diaz Portillo
Universidad Privada Dr. Rafael Beloso Chacin, URBE
diazpadriana@gmail.com

RESUMEN

El propósito del presente estudio, de tipo documental-descriptivo con diseño de investigación bibliográfico, fue analizar desde las perspectivas histórica y teórica la Auditoría de Mantenimiento (AM) como herramienta esencial para el beneficio de la producción industrial moderna, basándose en la teorías de autores como Sandoval (2012) y Florián (2016) en materia de Auditoría, García (2011) y Chan (2013) en el área de Mantenimiento, y Tavares (2006), García (2009), Alzaid (2012) y Sondalini en cuanto a Auditoría de Mantenimiento, encontrándose que bien sea interna o externa, ésta se perfila hoy día como un proceso de revisión formal, estructurado, sistemático y complejo, que permite conocer a cabalidad la situación del mantenimiento en la empresa, el estado real de la maquinaria/equipo y de la gestión de mantenimiento, lo cual permite a su vez tanto a establecer como priorizar necesidades en esta área y establecer así medidas correctivas que conduzcan a minimizar problemas actuales y prever problemas futuros, identificar ahorros potenciales, racionalizar los recursos disponibles y por último, pero no menos importante, disminuir progresivamente los costos de mantenimiento, todo ello a través de un conjunto de estrategias cónsonas con la realidad de la empresa; concluyéndose que la AM solo constituirá una herramienta eficaz/eficiente si ésta es adoptada como parte de la filosofía de gestión de mantenimiento de la empresa y a su vez, se requiere seleccionar el método más idóneo según las características de las instalaciones (propiedad, planta y equipo), los procesos productivos, los tipos de mantenimiento efectuados y el capital humano con el cual se cuenta tanto para los aspectos técnicos-operativos como de gestión de mantenimiento, donde además, la selección de los indicadores de mantenimiento a evaluar constituye un factor crucial para obtener resultados fiables, que expresen objetivamente el estado actual del mantenimiento y permitan detectar fallas, omisiones y/o desviaciones del deber ser.



Palabras clave: Auditoría, Gestión, Herramientas, Mantenimiento, Procesos Industriales.

ABSTRACT

The purpose of the current study, documentary-descriptive type with bibliographic research design, was analyzing from the historical and theoretical perspectives the Maintenance Audit (MA) as an essential tool for the benefit of modern industrial production, based on theories of authors such as Sandoval (2012) and Florián (2016) in terms of Audit, García (2011) and Chan (2013) about Maintenance, and Tavares (2006), García (2009), Alzaid (2012) and Sondalini about MA, finding that no matter if it is internal or external, MA is nowadays profiled as a structured, systematic and complex process of formal review, which allows to know fully the situation of maintenance in the company, the actual state of the machinery/equipment and the management of maintenance, which also allows both to establish and prioritize needs in this area and to establish corrective measures that lead to minimize current problems and predict future problems, identify potential savings, rationalize available resources and, last but not least, progressively reduce maintenance costs, all through a set of strategies consistent with the reality of the company; concluding that MA will only be an effective/efficient tool if it is adopted as part of the maintenance management philosophy of the company and also, it is required to select the most appropriate method according to the characteristics of the facilities (property, plant and equipment), the production processes, the types of maintenance performed and the human capital with which both technical and operational aspects and maintenance management counts on, where, in addition, the selection of the maintenance indicators to be evaluated is a crucial factor for obtain reliable results that objectively express the current state of the maintenance and allow the detection of failures, omissions and/or deviations from the ideal path.

Key words: Audit, Industrial Processes, Maintenance, Management, Tools.

INTRODUCCIÓN

Tanto el dinamismo como las exigencias actuales a las cuales se encuentran sujetos los procesos de producción industrial locales, regionales y mundiales para satisfacer la demanda de clientes internos o externos, exigen una nueva visión de la gestión de mantenimiento, bajo la cual se considere al mismo más que como un gasto necesario, como una herramienta la cual permita, entre muchos otros aspectos relevantes, alcanzar los objetivos/metapas de producción, satisfacer las necesidades del mercado y además, generar un mayor retorno sobre la inversión.

Para hacer frente a dicha realidad, los responsables tanto de gestionar como de poner en práctica los planes de mantenimiento cuentan hoy día con una herramienta muy particular, muy sui generis, la cual ha probado durante estas dos últimas décadas,



que a través del análisis, revisión e inspección formal de los elementos tangibles e intangibles involucrados en la producción, el mantenimiento de la propiedad, planta y equipos destinados a tales fines, pueden efectivamente identificarse los problemas en esta área y proponer soluciones viables a los mismos.

Dicha herramienta no es más que la Auditoría de Mantenimiento (AM): un proceso complejo, sistemático y organizado mediante el cual pueden detectarse a través de métodos formales las fallas, desviaciones u omisiones en cuanto al mantenimiento y su situación más óptima esperada según los indicadores de mantenimiento particulares para cada empresa, cada instalación, cada proceso productivo. Proceso que como tal, posee un inicio, un final con una periodicidad.

Pero debe entenderse que la sola conducción de la AM no constituye por sí misma una panacea, porque ella amerita la generación de estrategias o cursos acción a seguir para alcanzar ese estado ideal de mantenimiento. Este es su objetivo principal: aportar soluciones concretas. En tal sentido, el presente estudio fue de tipo documental-descriptivo con diseño de investigación de tipo bibliográfico, el cual analizó desde las perspectivas histórica y teórica la AM como herramienta coadyuvante en el proceso de producción industrial moderno.

1. AUDITORÍA: ASPECTOS HISTÓRICOS, CONCEPTUALES Y DE APLICABILIDAD

La auditoría es una actividad tan antigua como el comercio mismo, pudiéndose rastrear sus orígenes hasta la época en la cual culturas ancestrales como la egipcia, la romana y la griega, se encontraban en pleno auge socio-económico. Sin embargo, autores como Florián (2016), aseguran que la auditoría data de tiempos más remotos y donde de hecho, tiene la misma edad de la humanidad.

Ante dicha afirmación, historiadores como Mantilla (2003), plantean que la auditoría es tan antigua y tan diversa como lo son las distintas civilizaciones, donde además, ésta ha ido evolucionando al mismo tiempo de la humanidad, la cual se ha ido transformando.



Hace varios siglos entonces, ya se practicaban auditorías, de manera básica y rudimentaria, pero se efectuaban. Los reyes, emperadores, césares, faraones y demás gobernantes exigían la correcta administración de las cuentas por parte de los escribanos, de manera tal pudieran detectarse o evitarse desfalcos de las arcas públicas, evitando que alguna persona se aprovechara ilícitamente de las riquezas (oro, plata, joyas, entre otros), las cuales en esa época representaban el patrimonio de un reino o imperio. Este el origen de la hoy día conocida como auditoría gubernamental. Tal como indica Sandoval (2012, p. 11):

La auditoría, en su forma más primitiva y simple, surge cuando un pueblo o núcleo social, sojuzga o domina a otro, por medio de la política, religión, economía, ciencias, o como antiguamente era la manera más común, por la fuerza. Así, el pueblo o la comunidad social eran obligadas a pagar un tributo al que lo domina. Este tributo hoy se conoce como contribución, el gobernante requiere que los tributos que impuso sean pagados correctamente en el tiempo requerido para estar seguros de que dicho pago se realizara se designaban revisores, quienes realizaban una actividad de fiscalización.

Para el citado autor, en sus orígenes la auditoría fue una actividad creada como una simple aplicación de los principios de contabilidad, basada en la verificación de los registros patrimoniales de las haciendas o entidades comerciales, para observar su exactitud. Este el origen de la actualmente llamada auditoría contable. Su importancia fue reconocida desde los tiempos más remotos, y se tiene conocimiento de su existencia desde la época del imperio azteca e inclusive, existe documentación la cual se remonta a la civilización sumeria. En concordancia con dichos supuestos, Mantilla (2003), agrega que la auditoría posee un rol histórico constatable, en el cual se encuentran plenamente delineados cuatro (4) momentos:

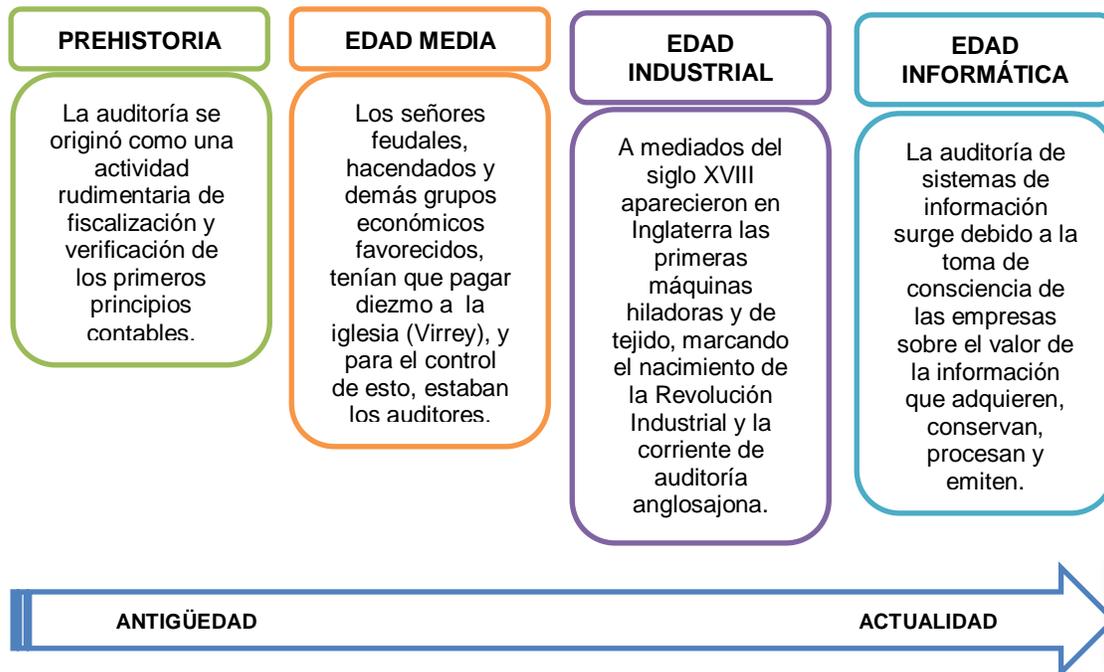


Figura 1. Evolución histórica de la auditoría como actividad de control.
Fuente: Mantilla (2003).

Como se observa en la Figura anterior, estos cuatro momentos (Prehistoria, Edad Media, Edad Industrial y Edad Informática) marcan, a criterio de Florián (2016), el nacimiento y la práctica de la profesión en auditoría. En este sentido, Pérez (2010), explica que la auditoría moderna, como actividad de control de desempeño económico-financiero, nace en Europa después de la Revolución Industrial.

Según Endes (2014), sus inicios (más o menos en 1862) fueron consecuencia de la creación en Inglaterra de las Sociedades Anónimas como forma jurídica, las cuales debido a su magnitud financiera, capacidad productora y cantidad de accionistas, no permitirían por Ley que una misma o única persona manejara, controlara y supervisara su información contable, financiera y patrimonial. Al respecto, Sandoval (2012, p. 10) refiere lo siguiente:

El origen de la auditoría surge con el advenimiento de la actividad comercial y por la incapacidad de intervenir en los procesos tanto productivos como comerciales de una empresa. Por estas razones surge la necesidad de buscar personas



capacitadas, de preferencia externas (imparciales), para que se desarrollen mecanismos de supervisión, vigilancia y control de los empleados que integran y desempeñan las funciones relativas a la actividad operacional de la empresa.

A partir de la Revolución Industrial, continúa Sandoval (2012), el comerciante tuvo la necesidad de crear un nuevo sistema de supervisión mediante el cual el dueño, o en su caso, el administrador extendieran su control y vigilancia. Este tipo de servicios era provisto por una o más personas de la misma organización a quienes se les otorgaba la facultad de revisión sobre los procedimientos establecidos. Así, el enfoque el cual se daba a este tipo de auditorías en sus inicios era de carácter contable, pues se basaban principalmente en el resguardo de los activos: la finalidad era verificar que los ingresos se administraban correctamente por los responsables en cuestión.

Las primeras auditorías, según el citado autor, se enfocaban básicamente en el descubrimiento y/o prevención de fraudes. El auditor era considerado como un Revisor de Cuentas. A principios del siglo XV, los parlamentos de algunos países europeos comenzaron a crear el denominado Tribunal Mayor de Cuentas, cuya función específica era la de revisar las cuentas que presentaban los reyes o monarquías gobernantes. Con el paso del tiempo se extendió esta revisión a aspectos tales como la eficiencia de los empleados, los procedimientos administrativos, la actualización de políticas y de controles internos. Este es entonces, el origen de la auditoría interna.

Desde entonces, indica Florián (2016), y hasta principios del siglo XX, la profesión de auditoría fue creciendo, extendiendo su demanda por toda Inglaterra y llegando a Estados Unidos, donde los antecedentes de las auditorías actuales fueron forjándose en busca de nuevos objetivos donde la detección y la prevención del fraude pasaban a segundo plano, perdiendo cierta importancia.

En 1940, los objetivos de las auditorías abarcaban no tanto el fraude sino más bien las posiciones financieras de la empresa o de los socios o clientes que las constituían, de modo que se pudieran establecer objetivos económicos en función de dichos estudios. Este proceso evolutivo, dio origen a las principales vertientes de la auditoría: Anglosajona, Británica y Estadounidense. Esta última corriente, a criterio de Sandoval (2012), divide en dos etapas básicas la historia de la auditoría, a saber:



Cuadro 1. Etapas históricas de la auditoría contable

Etapa	Periodo	Año(s)	Características
Primera	Antes de la creación de la Securities and Exchange Commission (SEC) en los Estados Unidos.	Antigüedad - 1934	<ul style="list-style-type: none">- Actividad de fiscalización de las contribuciones o tributos que los pueblos debían pagar a los gobernantes, iglesia o legisladores.- Instrumento de verificación del cumplimiento de los principios contables.- Herramienta para la implementación de procesos de carácter administrativo que garantizaran la eficacia/eficiencia de las actividades comerciales de cualquier organización.
Segunda	Después de la creación de la Securities and Exchange Commission (SEC) en los Estados Unidos.	1934 – Actualidad	<ul style="list-style-type: none">- Actividad de prevención y control de fraudes que pudieran ocasionar otra crisis de la bolsa de valores y quiebre del sistema financiero de los Estados Unidos como la ocurrida en 1929 en Nueva York.- Verificación del cumplimiento de la Ley de Valores de 1933 y de la Ley de Intercambio de valores de 1934.

Fuente: Sandoval (2012)

Como se observa en el cuadro anterior, en la primera etapa de la auditoría se realizan las primeras revisiones o inspecciones a organizaciones que realizaban algún tipo de actividad comercial, basadas en la **verificación del cumplimiento de los principios contables, pero además, ya hacia finales del siglo XIX – principios del siglo XX se buscaba la implementación de procesos de carácter administrativo los cuales garantizaran la eficacia/eficiencia de las actividades comerciales.**

Esta necesidad de implementación de procesos surge, según Sandoval (2012), a partir del crecimiento de las empresas, en su mayoría fábricas, las cuales no podían ser atendidas o supervisadas por una persona y tenían que recurrir a un mecanismo de supervisión y de implementación de procesos con la finalidad de garantizar porque podían cumplir con los resultados esperados en relación a los productos producidos.

Hasta ahora, se ha hecho referencia a los orígenes de la auditoría gubernamental y contable pero... ¿qué es la auditoría en términos generales?; pues a continuación se presenta la diferencia hecha por diversos autores en cuanto al término “auditoría” desde la perspectiva financiera – contable y la perspectiva general del mismo.



Cuadro 2. Un acercamiento a las diversas conceptualizaciones de auditoría.

Autor(es)	Definición desde la perspectiva financiera	Aporte
American Accounting Association (1973)	Es un proceso sistemático para obtener y evaluar de manera objetiva las evidencias relacionadas con informes sobre actividades económicas y otros acontecimientos relacionados. El fin del proceso consiste en determinar el grado de correspondencia del contenido informativo con las evidencias que le dieron origen, así como determinar si dichos informes se han elaborado observando principios establecidos para el caso.	Provee un concepto basado en criterios más amplios y modernos, identificando la auditoría como un proceso.
American Institute of Certified Public Accountants (1983)	Un examen que pretende servir de base para expresar una opinión sobre la razonabilidad, consistencia y apego a los principios de contabilidad generalmente aceptados, de estados financieros preparados por una empresa o por otra entidad para su presentación al Público o a otras partes interesadas	Hace hincapié en la verificación del cumplimiento de los Principios de Contabilidad Generalmente Aceptados.
Holmes y Overmyer (1984)	Es el examen crítico y sistemático de la actuación y los documentos financieros y jurídicos en que se refleja, con la finalidad de averiguar la exactitud, integridad y autenticidad de los mismos.	Indican que el propósito del examen es determinar la autenticidad, integridad y calidad de la información que produce el sistema.
Real Academia Española (2014)	Revisión y verificación de las cuentas y de la situación económica de una empresa o entidad.	Provee una definición actual, clara y concisa.
Florián (2016)	Es un proceso llevado a cabo de manera independiente que implica la reconstrucción de acontecimientos económicos del pasado para determinar su apego a la realidad y darles o no validez.	Concibe a la auditoria como proceso y hace hincapié en el rol independiente del auditor como examinador de los estados financieros.
Autor(es)	Definición desde la perspectiva general	Aporte
Porter y Perry (1984)	Es el examen de la información por una tercera persona distinta de quien la preparó y del usuario, con la intención de establecer su veracidad; y el dar a conocer los resultados de este examen, con la finalidad de aumentar la utilidad de tal información para el usuario	Hacen hincapié en que para garantizar la imparcialidad de los resultados del examen, este debe ser realizado por una persona diferente del elaborador de la información y el usuario.
Santillana (2013)	Es verificar que la información financiera, administrativa y operacional que se genera es confiable, veraz y oportuna. Es revisar que los hechos, fenómenos y operaciones se den en la forma en que fueron planteados, que las políticas y procedimientos establecidos se han observado y respetado. Es evaluar la forma en que se administra y opera para aprovechar al máximo los recursos.	Incluye en su definición la aplicabilidad de la auditoria en otras áreas de la empresa, así como también en procedimientos y utilización de recursos.
Real Academia Española (2014)	Revisión sistemática de una actividad o de una situación para evaluar el cumplimiento de las reglas o criterios objetivos a que aquellas deben someterse.	Provee una definición mucho más amplia que puede abarcar tanto otras áreas de la empresa como otras actividades no financieras.

Fuente: Rodríguez (2017)



Como se observa en el cuadro anterior, el rango de aplicación de la auditoría se ha extendido notablemente a través del tiempo en materia contable (Operacional, De Cumplimiento, De Estados Financieros), pero a su vez, la auditoría ha evolucionado de la mano con la diversidad y tipología organizacional, pasando de ser una actividad de control del desempeño económico-financiero, a ser una herramienta de la gestión empresarial e industrial moderna, vital para el cumplimiento de objetivos y metas organizacionales.

La aplicabilidad de la auditoría se ha extendido a otras áreas no financieras de la empresa, departamentos o unidades, pues prácticamente todas y cada una de ellas son auditables; es decir, éstas pueden estar sujetas a la revisión, evaluación y consecuente determinación tanto del grado de cumplimiento de sus actividades o procesos como del alcance de sus objetivos y/o metas particulares.

Otro hecho notable, es que la auditoría ha extendido su aplicación a otras actividades humanas comerciales o no. Se habla entonces de auditoría social, educativa, ambiental, de sistemas informáticos, entre otras, entendiéndose por las actividades industriales de producción y/o prestación de servicios, son también auditables.

Finalmente, cabe destacar que en el ámbito específico de las instalaciones industriales y los diversos procesos inherentes a las mismas, ha cobrado relevancia en estas últimas décadas la aplicabilidad de la auditoría en un área considerada como crucial para la producción: el mantenimiento, del cual se provee a continuación un breve análisis sobre la evolución de su conceptualización moderna hasta llegar a las tipologías actuales, ello basado en su importancia para la operatividad de toda empresa en la cual se lleven procesos industriales.

2. MANTENIMIENTO: DEFINICIÓN, IMPORTANCIA Y TIPOLOGÍAS

Al igual que la auditoría, el mantenimiento también posee una historia tan antigua como el ser humano, pues desde la confección rudimentaria de las primeras herramientas de pedernal en la prehistoria, hasta la maquinaria/equipos modernos con al cual cuenta en pleno siglo XXI, el ser humano siempre ha sentido la necesidad de mantener en óptimas condiciones dichos artefactos, en un búsqueda constante de alcanzar los objetivos/metast de producción. Es así como el concepto de mantenimiento



ha evolucionado de la mano con la ciencia, la técnica y la tecnología, hasta llegar a ser hoy día, una disciplina compleja y estructurada del conocimiento humano.

Desde hace siglos, explica Chan (2013), el ser humano siempre ha sentido la necesidad de mantener los equipos ideados para la producción o prestación de un servicio, aún las más rudimentarias herramientas o aparatos. La mayoría de las fallas que se experimentaban en siglos pasados, eran el resultado del abuso y, paradójicamente, esto sigue sucediendo en la actualidad. Para poder entender a cabalidad la evolución histórica del mantenimiento, se hace necesario explicar cuáles son las tipologías del mismo, las cuales se han dado a través del tiempo, hasta llegar a las vigentes en la actualidad, a saber:

Cuadro 3. Diversas tipologías de mantenimiento

Tipo de mantenimiento	Definición	Características
Correctivo (Dounce, 1998)	Actividad realizada en los recursos físicos de una empresa, cuando a consecuencia de una falla han dejado de brindar la calidad de servicio estipulado. Este se subdivide a su vez en Contingente (actividades que se realizan de forma inmediata) y Programable (actividades que se llevan a cabo en aquellas máquinas que aún no lo necesitan, pero por proporcionar un mejor servicio se realizan con anterioridad).	<ul style="list-style-type: none">- Es muy impredecible conocer el tiempo de reparación así como el gasto derivado de la avería, pues ésta se presenta de forma imprevista originando trastornos en la línea.- Su ámbito de aplicación corresponde a activos con bajo nivel de criticidad, cuyas averías no suponen gran problema temporal ni económico.- Suele ser rentable en equipos puntuales donde otras técnicas de mantenimiento resultarían más costosas.
Preventivo (Dounce, 1998)	Actividad desarrollada en los recursos físicos de una empresa, con la finalidad de garantizar que la calidad de servicio que éstos proporcionan siga dentro de los límites establecidos. Este siempre es programable y cuenta con diversos procedimientos, y posee varias sub-tipologías (Predictivo, Periódico, Analítico, Progresivo y Técnico).	<ul style="list-style-type: none">- Es exigente, pues requiere de una disciplina estricta de supervisión y elaboración de un plan preventivo a cumplir por personal especializado.- Al estar formado por tareas rutinarias, puede provocar falta de motivación en el personal encargado y si no se realiza correctamente, llegar a suponer un sobre costo sin mejoras notables en la productividad.- Supone el conocer a la perfección la maquinaria, lo cual permite realizar estudios de fiabilidad y reducir las intervenciones correctivas a los activos.- Busca reducir el número de intervenciones correctivas, realizando tareas de revisión periódicas y sustitución de componentes gastados.



Tipo de mantenimiento	Definición	Características
Predictivo (Rey, 2001)	Al igual que el preventivo, consiste en anteponerse a la avería. La diferencia es que éste se basa en la aplicación de herramientas o técnicas de detección de los diferentes elementos medibles de anticipación al fallo (por ejemplo el desgaste).	<ul style="list-style-type: none">– Requiere disponer de tecnología basada en indicadores capaces de medir las variables que marquen la intervención a la máquina, así como personal preparado en la interpretación de los datos.– Su objetivo es realizar el mantenimiento justo, en el momento preciso.
Productivo total (MPT o TPM por sus siglas en inglés) (Dounce, 1998)	Es un sistema de mantenimiento enfocado hacia una mejora continua del proceso productivo y que involucra la participación de todos los trabajadores hacia la óptima disponibilidad de las máquinas.	<ul style="list-style-type: none">– La responsabilidad no recae exclusivamente en los técnicos de mantenimiento. Ésta es de todos.– Está ligado al proceso de mejora continua y calidad total, y recoge conceptos del Mantenimiento Basado en el Tiempo (MBT) y en las Condiciones (MBC).
Planificado (Rey, 2001)	Consiste en efectuar una correcta selección de las plantas o de los equipos a los que se va aplicar cada uno de los tipos de mantenimiento anteriores.	<ul style="list-style-type: none">– Abarca todos los tipos de mantenimiento: Correctivo, Preventivo, Predictivo e inclusive, el MPT.
Integral (Clemenza, 2014)	Mantenimiento de los elementos tangibles para producción o prestación de servicios, a través de una filosofía de trabajo que permita mejorar procesos, alargar la vida útil de equipos, minimizar fallas, disminuir tiempos de reparación, aumentar tanto la seguridad como la operación de equipos y reducir significativamente los costos de producción y mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none">– Es más que una técnica, una filosofía.– Abarca todos los tipos de mantenimiento: Correctivo, Preventivo, Predictivo y MPT.– Es adaptable a las características de la empresa, complejo industrial o área productiva.

Fuente: Rodríguez (2017)

Según se indica en el Cuadro 3, para Dounce (1998), los tipos de mantenimiento son Correctivo, Preventivo y Productivo Total, incluyendo el Predictivo como una tipología del Preventivo, a diferencia de Rey (2001), para quien cada uno de éstos es diferente. Por su parte, Chan (2013), indica que todos los anteriores son parte del Mantenimiento Planificado: ninguno se utiliza de forma exclusiva porque, en aras de la rentabilidad, se practica una adecuada combinación de ellos, seleccionando las plantas y/o equipos a los cuales se va aplicar cada tipo de mantenimiento.

En esta misma línea, para Rey (2001), el Mantenimiento Integral es sinónimo de Mantenimiento Planificado, pero a criterio de Clemenza (2014), éste último es un componente del Mantenimiento Integral, el cual abarca todos los tipos de mantenimiento utilizados hoy día. Considerando las tipologías de mantenimiento antes

expuestas, a manera de resumen la evolución de esta disciplina puede observarse en el siguiente Cuadro:

Cuadro 4. Evolución histórica del mantenimiento

Etapa	Características	Tipo de mantenimiento
Artesanal	Sólo se hacía mantenimiento cuando ya era imposible seguir usando la maquinaria y/o equipo.	- De ruptura o reactivo.
Inicios de la Revolución Industrial	Los propios operarios se encargaban de las reparaciones de la maquinaria y/o equipo.	- Correctivo.
Revolución Industrial	Las máquinas se fueron haciendo más complejas y la dedicación a tareas de reparación aumentaba; por ende, se crearon los primeros departamentos de mantenimiento, los cuales poseían una actividad diferenciada de los operarios de producción.	- Correctivo.
Primera - Segunda Guerra Mundial	Aparece el concepto de Fiabilidad. Los departamentos de mantenimiento buscaban no sólo solucionar las fallas que se producían en los equipos, sino prevenirlas ante todo y actuar con anticipo para que no se produjeran.	- Correctivo/Preventivo.
Post-guerra (Japón)	Simplemente se seguían las recomendaciones de los fabricantes del equipo acerca de los cuidados que se debían tener en la operación y mantenimiento de maquinaria, equipos y demás dispositivos.	- Preventivo.
1960	Se asignaron más altas responsabilidades al personal con funciones específicas de mantenimiento. Se tomaba muy en cuenta el concepto de Confiabilidad, el diseño de la maquinaria/equipos y de la planta industrial.	- Productivo.
1970	Se inició una búsqueda del mejoramiento continuo a través de la participación e involucramiento de todos y cada uno de los miembros de la organización hacia la optimización de cada máquina.	- Productivo Total.
2000 - actualidad	Se empezó a considerar no sólo la producción de bienes tangibles sino la prestación de servicios como bienes intangibles, que requieren de equipos a tal fin.	- Integral.

Fuente: Chan (2013)

Como se observa en el cuadro anterior, a lo largo del proceso industrial vivido desde finales del siglo XIX, la función del mantenimiento ha pasado diferentes etapas hasta llegar al MPT y de allí, al hoy en día innovador Mantenimiento Integral. El mantenimiento tuvo entonces que pasar por tres fases previas. La primera de ellas, explica Chan (2013), el Mantenimiento de Reparaciones (también llamado Mantenimiento Reactivo) se basaba exclusivamente en la reparación de averías: solo se procedía a labores de mantenimiento ante la detección de una falla o avería y, una vez ejecutada la reparación, todo quedaba allí.



La segunda fase, dio lugar al denominado Mantenimiento Preventivo, el cual, como metodología de trabajo buscaba, por sobre todas las cosas, la mayor rentabilidad económica con base en la máxima producción, estableciéndose para ello funciones de mantenimiento orientadas a detectar y/o prevenir posibles fallas antes que tuvieran lugar. Es así como en el año 1950 un grupo de ingenieros japoneses iniciaron un nuevo concepto en mantenimiento porque simplemente seguía las recomendaciones de los fabricantes de equipo acerca de los cuidados que se debían tener en la operación y mantenimiento de máquinas y sus dispositivos.

Como resultado, acota Chan (2013), los Gerentes de Planta se interesaron en hacer que su personal especializado (supervisores, mecánicos y electricistas, entre otros técnicos) desarrollaran programas para hacer observaciones clave en pro de prevenir daños al equipo. Aun cuando ayudó a reducir pérdidas de tiempo, el Mantenimiento Preventivo era una alternativa costosa, pues muchas partes se reemplazaban basándose en el tiempo de operación aunque podían haber durado más tiempo. También se aplicaban demasiadas horas de labor innecesariamente.

A su vez, los tiempos y necesidades cambiaron. En 1960 nuevos conceptos establecieron el Mantenimiento Productivo, una tendencia que proveía una perspectiva más profesional del mantenimiento, al asignar responsabilidades más altas al personal relacionado con el mantenimiento y efectuar consideraciones acerca de la confiabilidad, del diseño del equipo y de la planta. Éste fue un cambio profundo: el término Mantenimiento fue sustituido por Ingeniería de Planta, alegando que este incluía tareas a realizar de más alto nivel de conocimiento de la confiabilidad, de cada elemento de las máquinas y las instalaciones en general.

Diez años después, continúa Chan (2013), tomó lugar la globalización del mercado creando nuevas y más fuertes necesidades de excelencia en todas las actividades. Los estándares de mundiales en términos de mantenimiento del equipo se comprendieron y un sistema más dinámico tomó lugar: el Mantenimiento Productivo Total (MPT). Éste es un concepto de mejoramiento continuo, que ha probado ser efectivo tanto en Japón como en América, el cual involucra la participación e involucramiento de todos y cada uno de los miembros de la organización hacia la optimización de cada máquina.



En sus inicios, el MPT era una filosofía completamente nueva, con un planteamiento diferente. Se supone se mantendría constantemente al día por su propia esencia, pues implicaba un mejoramiento continuo en todos los aspectos. No obstante, la evolución misma y los continuos cambios en la economía mundial, en la cual las empresas prestadoras de servicios han crecido exponencialmente, ha obligado a los expertos en mantenimiento a ubicar otras vías para preservar los equipos que, aunque no pertenecen a una cadena de producción, son vitales para la prestación en sí de un servicio. Tal ha ocurrido en la última década con el surgimiento de una nueva filosofía, la del Mantenimiento Integral.

Ahora bien, mucho se ha explicado sobre la evolución histórica de ésta disciplina pero... ¿qué es realmente el mantenimiento? En términos básicos, la Real Academia Española (2014), lo define como la acción y efecto de mantener o mantenerse. Para autores tradicionales como Gómez (1998), el mantenimiento puede definirse de distintas formas, atendiendo al enfoque dado en cada caso, siendo que hoy en día es difícil pretender una definición basada simplemente en términos económicos, pues aunque el punto de partida del mantenimiento es mantener el correcto estado funcional de los equipos e instalaciones, las consecuencias que el desarrollo de este principio elemental puede tener, sobrepasan ampliamente el objetivo inicial.

Cuadro 5. Diversas conceptualizaciones de mantenimiento

Autor(es)	Definición	Aporte
Comisión Venezolana de Normas Industriales (Covenin, 1993)	Conjunto de acciones que permiten conservar o restablecer un Sistema Productivo (SP) a un estado específico paga que pueda cumplir un servicio determinado (Norma Covenin 3049-93).	Concibe el mantenimiento como conjunto de actividades cuyo objetivo principal es mantener un SP de forma adecuada de manera que pueda cumplir su misión.
Cuartas (2008)	Trabajo emprendido para cuidar y restaurar hasta un nivel económico, todos y cada uno de los medios de producción existentes en una planta. Conjunto de actividades que deben realizarse a instalaciones y equipos, con el fin de corregir o prevenir fallas, buscando que estos continúen prestando el servicio para el cual fueron diseñados.	Aunque se enfoca en las tipologías de mantenimiento Correctivo y Preventivo, involucra todos los activos físicos destinados a la producción (propiedad, planta y equipos).
Barreras (2011)	Conjunto de actividades desarrolladas con el fin de conservar las propiedades físicas de la empresa, en condiciones de funcionamiento seguras, eficientes y económicas.	Abarca la propiedad, planta y equipo de la empresa, y no solo los procesos industriales, en términos de rentabilidad.



García (2011)	Conservación de la maquinaria y equipo con el fin de maximizar su disponibilidad.	Incluye el término Disponibilidad como uno de los indicadores más utilizados pues provee una mejor percepción de la capacidad de realización y de mantenimiento de un proceso.
Colegio Provincial de Educación Tecnológica Río Grande (2013)	Compleja actividad técnico-económica que tiene por finalidad la conservación de los activos de la empresa, maximizando la disponibilidad de equipos productivos, tratando que su gestión se lleve a cabo al menor costo posible.	Contempla el mantenimiento desde la perspectiva dual de sus funciones técnica y económica e incluye los términos Disponibilidad y Gestión.
Chan (2013)	Actividad dedicada a la conservación de los equipos de producción, para asegurar que éstos se encuentren, constantemente y por el mayor tiempo posible, en óptimas condiciones de confiabilidad.	Incluye el término Confiabilidad, como la capacidad de un activo o componente para realizar una función requerida bajo condiciones dadas para un intervalo de tiempo dado.
Salazar (2016)	Conjunto de actividades desarrolladas con el fin de asegurar que cualquier activo continúe desempeñando las funciones deseadas o de diseño.	Abarca el mejoramiento continuo de sistemas productivos de bienes y servicios según la filosofía del mantenimiento integral.

Fuente: Rodríguez (2017)

En concordancia con las definiciones aportadas en el cuadro anterior, Chan (2013), acota que la función del mantenimiento ha sido históricamente considerada como un costo necesario en los negocios. Pero en pleno siglo XXI, tanto los grandes avances en materia de ciencia, técnica y tecnología como las prácticas comerciales innovadoras delinear, en conjunto, un nuevo perfil del mantenimiento como una parte integral de la productividad total, en todos y cada uno de los sectores industriales (primario, secundario, terciario), donde en cualquier tipo de empresa, sin importar su tamaño (pequeña, mediana, grande).

Puede afirmarse entonces, que el conocimiento acumulado durante años de experiencia, de ensayo – error, del ir y venir de diversas filosofías, hoy día ve sus frutos en una concepción integral del mantenimiento basada en sólidas técnicas modernas con un sentido práctico, las cuales, al ser ejecutadas por personal calificado, involucrado e identificado no solo con la organización sino con los procesos, maquinarias y equipos a su cargo, tienen el potencial para incrementar en forma significativa las ventajas de cualquier industria o empresa en el mercado local, regional e inclusive, global.

En este orden de ideas, para García (2011, p. 1), “esta área se ha perfilado tanto que hoy en día ocupa un lugar importante en la estructura de la organización e



inclusive es una de las áreas primordiales para mantener y mejorar la productividad". A los beneficios antes descritos, se suman los expuestos por Gómez (1998), para quien la mejora de las condiciones funcionales de los equipos incide directamente en la seguridad de las instalaciones y, por tanto, en la disminución de los riesgos laborales. Por otra parte, un funcionamiento óptimo de la maquinaria redundante en una disminución de los niveles de vibración y de ruido, lo cual contribuye a mejorar las condiciones del ambiente de trabajo.

Además, acota el citado autor, obtener el máximo aprovechamiento de la vida útil de cualquier instalación, así como cualquiera de los elementos físicos que la integran, puede también considerarse como un gran aporte a un desarrollo industrial sostenible, y consecuentemente con una repercusión positiva en la mejora del medio ambiente, por cuanto el aprovechamiento óptimo de los recursos, conduce en términos globales a una disminución del consumo energético y a una reducción del volumen de desechos industriales.

En tal sentido, la importancia cada vez mayor de los costos de mantenimiento tienen dentro de los presupuestos de explotación de las instalaciones industriales, así como la influencia de una adecuada política en este sentido, ha hecho que este aspecto haya adquirido una gran relevancia dentro de la organización formal de la empresa, según Gómez (1998). En cuanto a este cambio de paradigma sobre la concepción del mantenimiento, García (2011, p. 1) acota lo siguiente:

El concebir una máquina como un medio y no como un fin, permite orientar de manera correcta las actividades de mantenimiento que sobre ella se realicen tendientes a la conservación del servicio. La correcta comprensión de la relación entre necesidad, máquina, servicio y mantenimiento logrará orientar éste último, de tal forma que en lugar de convertirse en pérdida para una empresa sea una ruta más hacia el logro de sus objetivos.

Pero el cambiar de paradigma, el seleccionar la técnica adecuada a cada caso y elegir la correcta combinación de las diferentes filosofías de mantenimiento con mínimos costos, es una ardua tarea. A criterio de Chan (2013), la cantidad de



máquinas y/o equipos implicados en un plan de mantenimiento, así como el método que debe utilizarse con cada uno, puede ir desde las más elementales tareas de hasta el MPT. En la elección final, acota Gómez (1998), suele adoptarse una solución de compromiso entre diferentes factores, algunos cuyo costo puede ser conocido o al menos estimado, como equipos e instrumentación de mantenimiento.

De este modo, el mantenimiento ha pasado de ser considerado como una actividad necesaria pero improductiva, a formar parte integrante del sistema de producción, desde el momento en el cual es capaz de mantener la capacidad productiva. En definitiva, puede admitirse que el mantenimiento produce disponibilidad. Al respecto, Chan (2013), expone que allí cobra relevancia la administración del mantenimiento, como conjunto de esfuerzos dedicados a planear, organizar y controlar las medidas necesarias para la conservación de los activos fijos de la empresa, de tal manera incrementar sus rendimientos. Para lograrlo es importante establecer estrategias para garantizar el buen cuidado de los mismos.

Aunado a lo antes descrito, se destaca a inicios de este milenio el surgimiento de nuevas herramientas para la supervisión, verificación y control del alcance tanto de los objetivos como de las metas del mantenimiento en el entorno industrial. Una de ellas, es la Auditoría de Mantenimiento (AM), cuya definición, tipologías, aplicaciones, objetivos, métodos, beneficios y aporte real en la optimización del mantenimiento y por ende, en el proceso productivo, se analiza a continuación.

3. AUDITORÍA DE MANTENIMIENTO: DEFINICIONES, APLICACIONES Y OBJETIVOS

Como ya se ha expuesto, tanto la auditoría como el mantenimiento son consideradas hoy día, sin lugar a dudas, como dos actividades sumamente complejas y normadas, con aplicaciones o tipologías diversas. Desde la perspectiva etimológica, auditar proviene del inglés audit, a su vez derivado del latín audire (oir), mientras que mantener es la contracción de la expresión en latín manu tenere (mano y dominar, retener); es decir, retener en las manos.

Al considerar la etimología de ambas palabras, se destaca el hecho de que el término auditar, es sinónimo de examinar, inspeccionar, revisar, constatar, verificar, observar, comprobar, confirmar, cotejar y corroborar, entre muchas otras acciones,

mientras que el término mantener, es sinónimo de conservar, custodiar, perdurar, proseguir, prolongar, continuar, alargar, resistir, aguantar, persistir y durar, por citar algunas acciones afines, según se indica en la Figura 2.

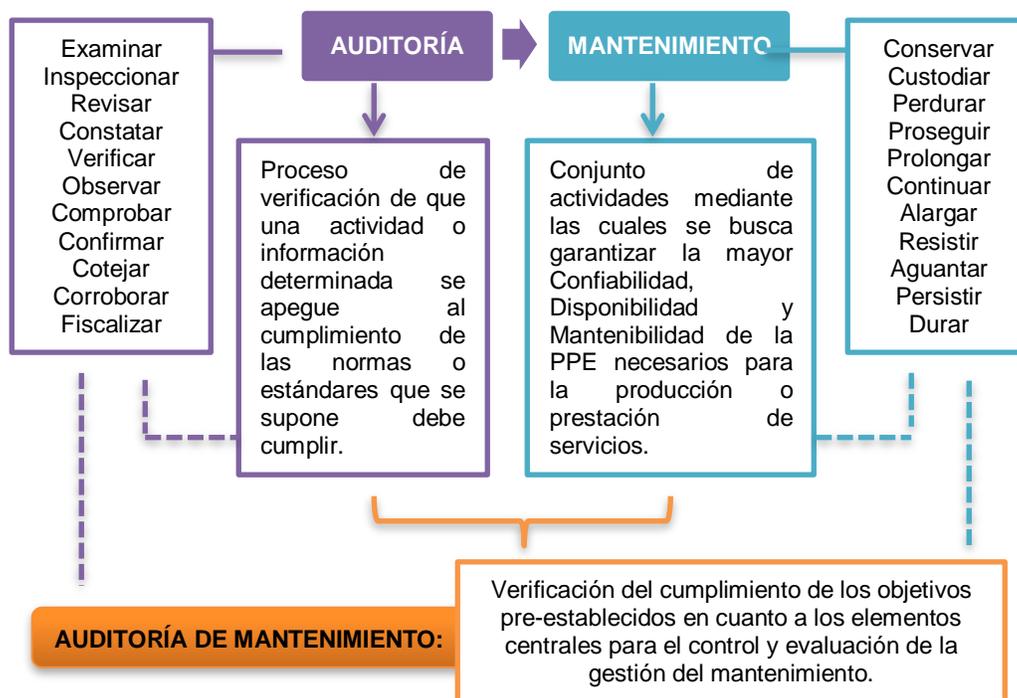


Figura 2. Auditoría y mantenimiento: vinculación conceptual.

Fuente: Rodríguez (2017)

Con base en lo antes descrito, si auditoría es la verificación de que una actividad o información determinada se apegue al cumplimiento de las normas o estándares los cuales se suponen debe cumplir, y el mantenimiento es el conjunto de actividades mediante las cuales se busca garantizar la Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad de la propiedad, planta o equipos (PPE) necesarios para la producción industrial o prestación de un servicio, puede decirse entonces que desde la perspectiva de la incidencia del proceso de auditoría sobre el mantenimiento, en términos generales la Auditoría de Mantenimiento (AM), es la verificación del cumplimiento de los objetivos pre-establecidos en cuanto a los elementos centrales para el control y evaluación de la gestión del mantenimiento (ver Figura 2).



A pesar de que históricamente ambas actividades son sumamente antiguas, la conjunción formal entre ambas disciplinas es relativamente nueva. Las primeras AM efectuadas a finales del siglo XX, tenían como finalidad el mero control de las actividades de mantenimiento, usualmente para verificar el estado de la maquinaria/equipo, y por ende, estas eran sumamente técnicas.

No fue sino a principios de este siglo, cuando el enfoque de la AM cambió por completo, al abarcar no sólo aspectos técnicos-operativos, sino la gestión de mantenimiento, un aspecto expresado en términos de eficacia/eficiencia y estrechamente vinculado con la excelencia, la calidad y la filosofía de gestión. A partir de este nuevo enfoque, más integral y complejo, son diversas las definiciones encontradas en la literatura especializada en materia de AM, a saber:

Cuadro 6. Diversas conceptualizaciones de auditoría de mantenimiento

Autor(es)	Definición	Aporte
García (2009)	Actividad efectuada para comprobar cómo se gestiona el mantenimiento desde la perspectiva de la máxima disponibilidad al mínimo costo.	Incluye el Principio de Máxima Disponibilidad.
Alzaid (2012)	Reevaluación y estudio de todos los elementos de las funciones de mantenimiento en términos de eficacia, eficiencia, procesos y métodos.	Involucra todos los elementos tangibles e intangibles involucrados en el mantenimiento
Lifetime Reliability Solutions (2013)	Es la comparación entre el régimen de mantenimiento existente y los requerimientos específicos de mantenimiento, pre-establecidos por la empresa.	Hace hincapié en la función técnica – operativa de la AM.
Rojas (2015)	Importante herramienta para la revisión que facilita la mejora de los resultados de mantenimiento al colaborar en la toma de decisiones, gestión y control del mantenimiento.	Enfatiza la función de gestión de la AM e indica algunos de sus beneficios para la empresa.
Sondalini (2015)	Técnica formal basada en el proceso de recolección y análisis de información sobre los procesos actuales de mantenimiento y los sistemas de información usados a tales fines, en pro de detectar oportunidades de mejora de los mismos.	Enfoca la AM como un proceso formal para encontrar soluciones a los problemas procedimentales del mantenimiento.
Galar y Kumar (2016)	Proceso de verificación del alcance de los indicadores de mantenimiento en relación con los estándares o medidas de referencia ideales, mediante el uso de la combinación de métodos cualitativos y cuantitativos para la recolección y análisis de la información.	Remarca la importancia de escoger los indicadores de mantenimiento a evaluar según el tipo de producción y el uso de métodos mixtos para efectuar la AM.

Fuente: Rodríguez (2017)



Como se observa en el cuadro anterior, básicamente una AM es un instrumento o herramienta de seguimiento, revisión y evaluación que colabora en la toma de decisiones, gestión y control del mantenimiento. Pero desde una perspectiva más profunda, ésta debe verse como un proceso realizado voluntariamente con la intención de conocer si realmente se están cumpliendo los planes, políticas y programas de mantenimiento; donde por ende, si se están cumpliendo los objetivos en tal sentido.

Al ser un proceso voluntario, la auditoría de mantenimiento surge de motivaciones tales como conocer el estado actual/real de la maquinaria/equipos industriales, medir la efectividad del mantenimiento y reducir los costos del mismo.

En este sentido, debe diferenciarse lo que es una Auditoría Técnica de Mantenimiento (ATM) de lo que es una Auditoría de Gestión de Mantenimiento (AGM). Según García (2009), la primera trata de determinar el estado de una instalación; las segundas, tratan de determinar el grado de excelencia de un departamento de mantenimiento y de su forma de gestionar. De lo antes expuesto, la ATM se centra en el estado real de la propiedad, planta y equipo (PPE), mientras la AGM, se enfoca en la filosofía, los paradigmas y métodos bajo los cuales se gestiona el mantenimiento.

Aunque ambas son sumamente importantes para alcanzar los objetivos de producción, es innegable que la AGM ha cobrado suma relevancia actualmente, pues las perspectivas, las bases y la filosofía misma de la gestión de mantenimiento han cambiado radicalmente en estas últimas décadas de la mano con los avances en materia de ciencia, técnica y tecnología, el surgimiento de nuevos paradigmas gerenciales y de gestión de mantenimiento, las exigencias de los mercados local, regional o global, la nueva especialización del capital humano o los acelerados cambios suscitados en el entorno mismo de producción o prestación de servicios.

Ahora bien, al hablar de la medición de la efectividad del mantenimiento, autores como García (2009), vinculan la AM con el Principio de Máxima Disponibilidad al Máximo Costo. Para el citado autor, realizar una AM no es otra cosa que comprobar cómo se gestionan cada uno de los siguientes puntos:

- Mano de obra en cantidad suficiente y con organización apropiada.
- Mano de obra suficientemente calificada para acometer tareas.



- Rendimiento de mano de obra lo más alto posible.
- Útiles y herramientas más adecuadas para los equipos.
- Materiales empleados en mantenimiento cumplen requisitos necesarios.
- Dinero gastado en materiales y repuestos lo más bajo posible.
- Métodos de trabajo más adecuados para acometer tareas de mantenimiento.
- Reparaciones fiables (no vuelven a producirse en un largo periodo de tiempo).
- Paradas en equipos debido a averías/intervenciones programadas no afectan al plan de producción y por ende, tampoco a clientes externos e internos.
- Información útil y fiable sobre la evolución del mantenimiento que permita tomar decisiones asertivas.

A pesar de su amplitud práctica y complejidad como proceso, para García (2009, p. 7), la AM “es tan sólo una forma de identificar problemas y proponer soluciones”. Esta premisa se basa en el carácter sistemático y metódico de la AM, aspecto en el cual se profundizará más adelante. En este orden de ideas, Rojas (2015), concibe la AM como una importante herramienta la cual facilita la mejora de los resultados de mantenimiento, pues colabora con la toma de decisiones, la gestión y el control de este último. En concordancia, García (2009), agrega que cuando la dirección de una empresa o el responsable de un departamento se preguntan si la gestión de mantenimiento es la adecuada, la mejor solución para obtener una respuesta puntual, clara y concisa, es realizar una AM.

A tales efectos, indica el citado autor, lo indicado es comparar el departamento objeto de evaluación con un departamento modélico e ideal, en pro de determinar qué cosas separan a éste de dicho modelo. Para ello, la empresa puede optar por contratar una empresa externa para que efectúe la AM, y tener así la opinión de un especialista externo, aunque es posible efectuar la AM desde dentro. Como se observa, la Auditoría de Mantenimiento puede ser interna (AMI) o externa (AME). En ello concuerda Tavares (2003), aunque para éste autor la AME es la ideal, pues provee, de manera imparcial y objetiva, mejoras significativas en los costos de mantenimiento y la efectividad operacional a través de sus acciones, buscando:



- a. Evaluar la ejecución de actividades por parte de los operarios de los equipos;
- b. Buscar el mejoramiento continuo de los equipos;
- c. Educar y capacitar a los responsables de las actividades de mantenimiento;
- d. Recopilar información y evaluar la satisfacción de las necesidades de los clientes;
- e. Establecer prioridades adecuadas a los servicios;
- f. Determinar servicios necesarios e innecesarios.
- g. Analizar la información y aplicar soluciones simples pero estratégicas.
- h. Planificar el mantenimiento con enfoque en la estrategia específica por tipo de maquinaria o equipo.
- i. Establecer sistemas de mantenimiento con auxilio del procesamiento electrónico de datos.
- j. Usar herramientas y dispositivos de medición del estado del arte (situación actual del mantenimiento).
- k. Reconocer el potencial industrial/productivo y mejorar la productividad de la mano con la implementación de soluciones estratégicas.
- l. Acompañar los costos de ciclo de vida de la maquinaria o equipo.

Los aspectos antes descritos, son para el citado autor, algunos objetivos específicos de la AM. Al respecto, García (2009), indica que el objetivo general de la AM no es juzgar al responsable del mantenimiento, no es cuestionar su forma de trabajo, no es crucificarle: es saber en qué situación se encuentra un departamento de mantenimiento en un momento determinado, identificar puntos de mejora y determinar qué acciones son necesarias para mejorar. Por su parte, para Alzaid (2012), la AM puede tener dos propósitos:

- a. Evaluar desempeño de las funciones actuales de mantenimiento y determinar la necesidad de una estrategia de mantenimiento consistente.
- b. Evaluar el desempeño de las funciones de mantenimiento después de implementada la estrategia.

Dichos objetivos se expresan en un antes y después de la AM: en un principio ésta se lleva a cabo para evaluar la situación actual del mantenimiento (estado del arte) en pro de establecer estrategias de mejora en aquellos aspectos en los cuales se han observado debilidades, desviaciones u omisiones de la norma o estándares pre-establecidos por el departamento y/o responsables del mantenimiento. Una vez implementadas las estrategias, deben auditarse de nuevo los procesos para determinar la efectividad de las mismas, No obstante, desde una perspectiva económica, para Alzaid (2012), el objetivo principal de la AM es asegurar que el valor de la inversión está siendo alcanzado por el departamento de mantenimiento, a través de los siguientes objetivos específicos:



Figura 3. Principales objetivos de la auditoría de mantenimiento.
Fuente: Alzaid (2012).

Finalmente, Sondalini (2015), indica que primordialmente, la AM persigue la revisión de los procesos y prácticas de gestión de mantenimiento en la operación, la verificación del mantenimiento de referencia en operación contra el mantenimiento de las mejores prácticas y la identificación de oportunidades para refinar los procesos de mantenimiento existentes, para mejorar la eficiencia en las prácticas de mantenimiento actuales y para hacer un mejor uso de los recursos limitados, particularmente la mano de obra.

En todo caso, el objetivo de la AM es construir, no destruir, pero éste es un paradigma difícil de modificar pues usualmente el personal de mantenimiento, al escuchar la palabra auditoría la asocia con la búsqueda de culpables de las fallas. En



tal sentido, Tavares (2006), uno de los principales retos de la AM es conseguir eliminar las absurdas luchas entre departamentos, mejorando la comunicación entre técnicos, supervisores y directivos de distintas áreas. Sin tener datos para generar informes es imposible la colaboración y el trabajo en equipo.

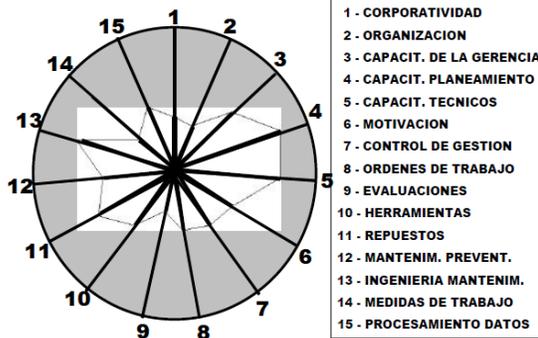
4. MÉTODOS PARA LLEVAR A CABO UNA AUDITORÍA DE MANTENIMIENTO

La complejidad de la AM, como ya se ha hecho mención, es que más que una simple herramienta o instrumento de gestión de mantenimiento, ésta constituye un proceso complejo, y como todo proceso, la misma está conformada por fases o etapas, las cuales dependen del tamaño de la empresa (pequeña, mediana, grande), la estructura/ubicación de las instalaciones industriales, la maquinaria/equipo donde en dichas instalaciones hacen vida funcional, los niveles/tipos de producción y del capital humano con el cual la empresa cuenta en el caso de la auditoría de mantenimiento sea interna o de los recursos económicos porque la empresa posee para contratar a un tercero especializado en ésta área, en el caso de que la auditoría de mantenimiento sea externa.

Para facilitar la puesta en práctica de una AM coordinada, objetiva y completa, existen en la actualidad dos métodos utilizados mundialmente: el Método Americano y el Método Inglés. El primero, según Tavares (2003), se basa en el uso del Radar de Mantenimiento, una gráfica en la cual se enlistan los principales indicadores de mantenimiento y se asigna a cada uno de ellos, una puntuación del 1 al 10. El segundo, consiste en la elaboración de un cuestionario con alternativas de respuestas múltiples cerradas, también sobre los principales indicadores de mantenimiento cuya situación actual se desea conocer (ver Figura 4).

MÉTODO AMERICANO

RADAR DE MANTENIMIENTO



El CAM selecciona un conjunto de parámetros, sugeridos por el Consultor y agrega otros que juzgue pertinentes, que serán puntuados y comentados por todos los clientes internos y servidores del área bajo auditoría.

MÉTODO INGLÉS

CUESTIONARIO

- ✓ Visitas técnicas a las instalaciones, talleres y oficinas de la empresa
- ✓ Reuniones y debates de los profesionales involucrados en el proceso de Análisis ("brain-storm")
- ✓ Consulta a documentación en uso y determinación del flujo de informaciones existente
- ✓ Consulta a los usuarios de los servicios de mantenimiento (clientes)
- ✓ Normas y estándares de informatización adoptados por la empresa
- ✓ Levantamiento de informaciones de problemas a administrar
- ✓ Reuniones de los miembros del comité para análisis y discusión de las informaciones y presentación de recomendaciones
- ✓ Elaboración del informe de diagnóstico

El CAM selecciona un conjunto de preguntas sugeridas por el Consultor y agrega otras que juzgue pertinentes que permitirán la conducción de las entrevistas de forma global, objetiva y sin omisiones.

Figura 4. Métodos comunes para efectuar auditoría de mantenimiento.
Fuente: Tavares (2003)

Como se observa en la Figura 4, en ambos casos es necesaria la creación de un Comité de Auditoría de Mantenimiento (CAM). Al respecto, Tavares (2006), refiere que éste es una Comisión Corporativa constituida por representantes de todas la áreas directa e indirectamente involucradas con el área a ser auditada, la cual posee autoridad delgada para presentar propuestas y tomar decisiones que afecten a sus áreas de actuación en cuanto al mantenimiento, donde deberá ser asesorado por un Consultor o Experto, cuya función es presentar sugerencias en cuanto a los parámetros a evaluar y/o preguntas a ser aplicadas durante el proceso, para su análisis, complementación y aprobación, según el método escogido. Dichos parámetros son los siguientes:



Cuadro 7. Índices de mantenimiento comúnmente evaluados en auditoría

Índices o indicadores de mantenimiento más usados en el ámbito industrial	
1.	Tiempo promedio entre fallas.
2.	Tiempo promedio para reparación.
3.	Tiempo promedio para fallar.
4.	Disponibilidad de la maquinaria/equipos.
5.	Confiabilidad de la maquinaria/equipos.
6.	Mantenibilidad de la maquinaria/equipos.
7.	Costo de mantenimiento por facturación.
8.	Costo de mantenimiento por valor de reposición.
9.	Tiempo promedio entre mantenimientos preventivos.
10.	Tiempo promedio para mantenimientos preventivo.
11.	No conformidades de mantenimiento.
12.	Componente del costo de mantenimiento.
13.	Progreso en los esfuerzos para reducir costos.
14.	Costo relativo con personal propio.
15.	Costo relativo con material.
16.	Costo de mano de obra externa.
17.	Costo de mantenimiento en relación con la producción.
18.	Costo de capacitación.
19.	Personal en capacitación interna.
20.	Inmovilización de repuestos.
21.	Costo de mantenimiento por valor de venta.
22.	Trabajo en mantenimiento preventivo.
23.	Trabajo en mantenimiento correctivo.
24.	Otras actividades del personal de mantenimiento.
25.	Horas no calculadas del personal de mantenimiento.
26.	Estructura – personal de control
27.	Estructura – personal de supervisión
28.	Estructura – envejecimiento de personal.
29.	Clima organizacional – movimiento de personal.
30.	Efectivo real o efectivo medio diario.
31.	Tasa de frecuencia de accidentes
32.	Tasa de gravedad de accidentes.

Fuente: Tavares (2006)

Para Galar y Kumar (2016), los métodos para AM comúnmente usados son extremadamente rígidos, dan poco valor al factor humano y tienden a ser o muy cualitativos o muy cuantitativos, cuando en realidad, una combinación de ambos aspectos es la ideal. Pero sea interna o externa, a través del Método Americano, del Método Inglés o de un método combinado (cualitativo-cuantitativo), antes de realizar una AM, siempre es necesario preparar una serie de documentos, cuyo análisis constituirá una parte del trabajo del auditor (ver Cuadro 8), aunque su labor más importante es la efectuada en campo: en los equipos, en los almacenes y con el personal de mantenimiento.



Cuadro 8. Documentación a preparar para realizar auditoría de mantenimiento

Aspecto o área	Documentos requeridos a ubicar
Mano de obra	<ul style="list-style-type: none">- Organigrama (categoría, especialidad y funciones del personal).- Cualificación del personal directo.- Plan de formación.- Estadística de absentismo.
Medios técnicos	<ul style="list-style-type: none">- Inventario de herramientas.
Métodos de trabajo	<ul style="list-style-type: none">- Lista de equipos que componen la planta o instalación a ser auditada- Plan de mantenimiento de los equipos significativos.- Tipos de mantenimiento realizados en un periodo determinado.- Lista de equipos críticos de la planta.- Informes mensuales de mantenimiento.
Materiales y subcontratos	<ul style="list-style-type: none">- Lista mínima de repuestos necesarios en stock.- Inventario de materiales en almacenes.- Lista d materiales consumidos en un periodo determinados, valorados.
Resultados obtenidos	<ul style="list-style-type: none">- Disponibilidad de planta.- Indicadores que se disponen.- Costo global de mantenimiento.

Fuente: García (2009)

Otro aspecto relevante en cuanto a la AM, es la redacción del informe final. Para García (2009), si el objetivo general de la AM es identificar todos aquellos puntos susceptibles de optimización y proponer cambios organizativos y de gestión que supongan una mejora del sistema de mantenimiento, entonces el informe de la AM debe describir la situación en que se encuentra cada uno de los aspectos analizados, haciendo especial mención a aquellos puntos en los cuales se detectan divergencias sobre el modelo de excelencia tomado como estándar. Además, debe proponer los cambios necesarios para acercarse a ese modelo, indicando incluso plazos y responsables para llevar a cabo estos cambios.

Realizar una AM puede ser una actividad puntual, efectuada una sola vez a lo largo de la vida de la empresa. Pero para García (2009), tiene mucho más interés y sus resultados en la mejora de la planta son más rápidos y evidentes si la AM se convierte en una actividad rutinaria o periódica, pero esto dependerá del tipo de empresa y de la situación de partida. Cuanto más grande sea la empresa, o cuanto peor sea la situación de partida, más recomendable resulta aumentar la frecuencia.

De todas formas, agrega el citado autor, si se adopta la AM como herramienta de mejora, será conveniente realizar un programa en el cual se reflejen las fechas de realización. Al principio es recomendable que la frecuencia sea mayor, y a partir de la



3ª o la 4ª, en que las posibilidades de optimización son menores, puede rebajarse enormemente la frecuencia. Como frecuencias de referencia, pueden tomarse las siguientes: a) Las 3 primeras, a intervalos de 3-4 meses; b) partir de la 4ª, anuales.

5. BENEFICIOS DE LA AUDITORIA DE MANTENIMIENTO

Sea interna o externa y sin importar el método formal que se utilice para ello, la literatura actual existente en medios físicos y electrónicos, tanto en el área de la auditoría como del mantenimiento, está llena de listas de beneficios, los cuales la AM puede proveer a cualquier empresa. Según Sondalini (2015), a manera general una AM permite revisar la eficacia del sistema de gestión de mantenimiento y los procesos inherentes al mismo, al proveer a la maquinaria o equipos, la Confiabilidad o la Disponibilidad deseada.

Esto es posible, pues la AM recopila información sobre los procesos de mantenimiento actuales y de los sistemas de información de mantenimiento utilizados en operación, la analiza y establece oportunidades de mejora de los procesos de mantenimiento.

Para el citado autor, la AM es una técnica formalizada para encontrar nuevas soluciones a los problemas procedimentales encontrados en el proceso de mantenimiento: una AM se efectúa para obtener información útil sobre dónde la empresa tiene debilidades y detectar las principales oportunidades disponibles para una rápida mejora en el rendimiento de mantenimiento. En concordancia, García (2009), agrega que el punto más importante de una AM es la generación de un plan de acción en el cual se identifican los problemas detectados en la gestión del mantenimiento, y cómo se propone solucionarlos. En tal sentido, Alzaid (2012), expresa de manera muy beneficiosa, la AM permite:

- Obtener una mejor visión de cómo opera el mantenimiento en relación con la gestión y los procesos del mismo.
- Entender las debilidades y fortalezas de la gestión y los procesos de mantenimiento.
- Comparar la gestión y los procesos de mantenimiento con respecto a las mejores prácticas.



- Establecer indicadores clave de desempeño para medir el éxito en la gestión de mantenimiento.
- Reducir costos de mantenimiento.

Autores como Tavares (2006), enfocan el máximo beneficio de la AM en términos económicos, argumentando que el costo de mantenimiento es el segundo elemento más elevado de los costos operacionales, pero paradójicamente, es el de mayor facilidad de control, donde además, se ha comprobado que el mantenimiento, en sus mejores prácticas, es generador del retorno sobre la inversión.

Otros autores, como *Krzysztof (2007)*, refieren que los beneficios de la AM pueden ser tangibles e intangibles, agregando que la mayoría de los auditores, se fijan en lo físico, lo observable en cifras, utilizando muchas veces instrumentos de medición los cuales no capturan elementos intangibles sumamente importantes, como el cambio en la percepción general de la función de mantenimiento, por ejemplo.

En tal sentido, agrega el citado autor, se considera que el mantenimiento es un contribuyente integral al mejor desempeño de la empresa. Hoy día se ha reconocido el valor de la función de mantenimiento y esto ha ayudado a aumentar la moral de los empleados y su contribución a la empresa, como aspecto intangible. Otros aspectos físicos como la ingeniería de confiabilidad o el sistema de monitoreo del rendimiento de la planta pueden ayudar a identificar los problemas de planta o equipo, pero sin duda alguna, es mucho más importante crear una cultura de confiabilidad real. Este debe ser uno de los fines de la AM.

Otro de los beneficios de la AM, *Krzysztof (2007)*, es que a través de ella se pueden generar cambios tanto de paradigmas como de actitudes. Cuando el personal empieza a ver que sus opiniones son tomadas en cuenta, cuando por iniciativa propia un empleado comienza a notar los problemas y tratar con ellos, he allí donde se generan cambios positivos donde tal vez no pueden observarse a simple vista.

A su vez, los responsables del mantenimiento se ven incentivados a planificar mejor su trabajo y a ser más proactivos que en el pasado. Así, el aumento del tiempo de actividad de la planta y la producción puede producirse sin un aumento en el presupuesto de mantenimiento, es más, los costos de mantenimiento tienden a disminuir progresivamente.



Lo antes descrito tiene su origen en el cambio de paradigma de gestión al cual conduce la AM. Para Tavares (2006), una regla básica que los auditores tienen permanentemente en cuenta es que si se implementa un sistema inadecuado de gestión, el resultado será una gestión inadecuada. Algunos supervisores y gerentes, creen que la alta tecnología de información es una panacea y que solo tienen posibilidades de desarrollo industrias basadas en tecnología más moderna. Finalmente, vale destacar las palabras de García (2009, p. 7): “hay muchas formas de mejorar. La realización de una Auditoría de Mantenimiento no es un ungüento mágico, no es el producto de un consultor charlatán vendedor de humo. Es tan solo una forma más de identificar problemas y proponer soluciones”.

CONCLUSIONES

La AM se perfila hoy día como un proceso de revisión formal, estructurado, sistemático y complejo, que permite conocer a cabalidad la situación del mantenimiento en la empresa, el estado real de la maquinaria/equipo y de la gestión de mantenimiento, lo cual permite a su vez tanto a establecer como priorizar necesidades en esta área y establecer así medidas correctivas que conduzcan a minimizar problemas actuales y prever problemas futuros, identificar ahorros potenciales, racionalizar los recursos disponibles y por último, pero no menos importante, disminuir progresivamente los costos de mantenimiento, todo ello a través de un conjunto de estrategias cónsonas con la realidad de la empresa.

Pero la AM solo constituirá una herramienta eficaz/eficiente si ésta es adoptada como parte de la filosofía de gestión de mantenimiento de la empresa. A su vez, se requiere seleccionar el método más idóneo según las características de las instalaciones (propiedad, plata y equipo), los procesos productivos, los tipos de mantenimiento efectuados y el capital humano con el cual se cuenta tanto para los aspectos técnicos-operativos como de gestión de mantenimiento, donde además, la selección de los indicadores de mantenimiento a evaluar constituye un factor crucial para obtener resultados fiables, que expresen objetivamente el estado actual del mantenimiento y permitan detectar fallas, omisiones y/o desviaciones del deber ser.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- García, Santiago (2009). **Auditorias de mantenimiento. Qué son. Para qué sirven. Cómo realizarlas.** Editorial Renovetec. España.
- Tavares, Lourival (2006). **Auditorias de gestión de mantenimiento.** VII Foro de Mantenimiento e Industria. México. Extraído de <http://www.mantenimientomundial.com/Sites%5CMMnew%5Ccap%5Cpresent/06ForoMX/05LT.pdf>. Consulta: 12/06/17.
- Tavares, Lourival (2003). **Auditorias de mantenimiento.** 1^{er} Congreso Mexicano de Confiabilidad y Mantenimiento. México. Extraído de <http://www.mantenimientoplanificado.com/gerardo%20trujillo%20norio/lourival%20AUDITORIA%20MANTENIMIENTO.pdf>. Consulta: 12/06/17.
- Rojas, Joel (2015). **Auditoria de mantenimiento.** Extraído de https://prezi.com/w376mr_mrcmx/auditoria-de-mantenimiento/. Consulta: 12/06/17.
- Real Academia Española (2014). **Diccionario de la lengua española.** (vigésimotercera edición). Ediciones RAE. España. Extraído de <http://dle.rae.es/?w=diccionario>. Consulta: 12/06/17.
- Chan, Rossana (2013). **Mantenimiento industrial.** En: El mundo de la ingeniería industrial. Extraído de <http://rochichan.blogspot.com/2013/01/mantenimiento-industrial.html>. Consulta: 12/06/17.
- Gómez, Félix (1998). **Tecnología del mantenimiento industrial** (primera edición). Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia. España.
- Dounce, Enrique (1998). **La productividad en el mantenimiento industrial** (cuarta edición). Editorial Cesca. México.
- Rey, Francisco (2001). **Manual del mantenimiento integral en la empresa** (primera edición). Editorial Fundación Confemetal. España.
- Clemenza, Brau (2014). **Sistema de mantenimiento.** Extraído de <http://www.sistemademantenimiento.com/>. Consulta: 12/06/17.
- Florián, Constanza (2016). **La auditoría, origen y evolución ¿Por qué en Colombia sólo se conoce a través de leyes?** En: Tendencias Contemporáneas de Contabilidad. Universidad Libre de Colombia. Colombia. Extraído de <http://www.unilibre.edu.co/bogota/pdfs/2016/4sin/B20.pdf>. Consulta: 12/06/17.
- Mantilla, Samuel (2003). **Auditoría 2005** (tercera edición). Ecoe Ediciones. Colombia.
- Endes, Nanis (2014). **Historia de la auditoría a nivel mundial.** Extraído de http://www.academia.edu/16042939/HISTORIA_DE_LA_AUDITORIA_A_NIVEL_MUNDIAL. Consulta: 12/06/17.



- Pérez, Alberto (2010). **La auditoría nace en Europa después de la Revolución Industrial**. Extraído de <http://www.radiorebelde.cu/noticia/la-auditoria-nace-europa-despues-revolucion-industrial-20101217/>. Consulta: 12/06/17.
- Sandoval, Hugo (2012). **Introducción a la auditoría** (primera edición). Red Tercer Milenio. México.
- Santillana, Juan (2013). **Auditoría interna** (tercera edición). Pearson Educación. México.
- Holmes, Arthur y Overmyer, Wayne (1984). **Principios básicos de auditoría**. Compañía Editorial Continental. México.
- American Accounting Association (1973). Report of the Committee on basic auditing concepts. Accounting Review. Vol. 47. United States.
- American Institute of Certified Public Accountants (1983). Statements on auditing standards. AICPA. United States.
- Porter, William y Perry, William (1984). Electronic data processing: controls and auditing (cuarta edición). Kent Publishers. United States.
- García, Alejandra (2011). Conceptos básicos sobre mantenimiento industrial. Revista Electrónica TEC. Tecnológico Nacional de México – Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán. México. **Extraído de** <http://www.itsteziutlan.edu.mx/site2010/index.php?option>. Consulta: 12/06/17.
- Barreras, Jorge (2011). **Introducción al mantenimiento**. Extraído de <http://seb53672b704ba4a0.jimcontent.com/download/version/1378017664/module/7285077768/name/CLASE+INTRODUCCION+AL+MANTENIMIENTO%204.docx>. Consulta: 12/06/17.
- Colegio Provincial de Educación Tecnológica Río Grande (2013). **Mantenimiento: definiciones y objetivos**. Extraído de <http://www.epetrg.edu.ar/apuntes/plaza/CAPITULO%201%20-%20Mant-Definiciones%20Objetivos.pdf>. Consulta: 12/06/17.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (1993). Norma Venezolana Covenin 3049-93. Mantenimiento. Definiciones. Ediciones Covenin. Venezuela.**
- Cuertas, Luis (2008). **¿Qué es el mantenimiento?** Extraído de http://www.unalmed.edu.co/tmp/curso_concurso/area3/QUE_ES_EL_MANTENIMIENTO_MECANICO.pdf. Consulta: 12/06/17.
- Salazar, Bryan (2016). **Mantenimiento industrial**. Extraído de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/mantenimiento/>. Consulta: 12/06/17.
- Alzaid, Rayed (2012). **Advantages and benefits of maintenance auditing**. Extraído de <http://events.exicon-intl.com/app/webroot/js/ckfinder/userfiles/files/03%20-%20Rayed%20Al%20Zeid.pdf>. Consulta: 12/06/17.



- Sondalini, Mike (2015). **Structure your maintenance audit so that it uncovers both your maintenance problems and your new maintenance improvement opportunities.** Extraído de <http://www.lifetime-reliability.com/cms/tutorials/maintenance-management/content-and-structure-of-maintenance-audit/>. Consulta: 12/06/17.
- Lifetime Reliability Solutions (2013). **Getting the utmost value from your maintenance audit, maintenance review and maintenance report.** Extraído de http://www.lifetime-reliability.com/free-articles/maintenance-management/Maintenance_Audit_Maintenance_Review_Maintenance_Report.pdf. Consulta: 12/06/17.
- Galar, Diego y Kumar, Uday (2016). **Maintenance audits handbook** (primera edición). CRC Press. Estados Unidos.
- Krzysztof, Goly (2007).* **Maintenance audits improve maintenance business performance.** Extraído de <http://www.maintenancetechnology.com/2007/05/maintenance-audits-improve-maintenance-business-performance-710/>. Consulta: 12/06/17.