

---

# Validación de metodología de diagnóstico cuantificado de evaluación de administración y gestión del mantenimiento e instalaciones de alto riesgo. QMANTF8\*

Erol Isaac Zabicki Duardo  
Dainer Fernando Valle Pego

## Introducción

Se puede afirmar, sin hacer hincapié en la historia, que el concepto de mantenimiento fue asociado en sus inicios con el término reparación, que a su vez fue considerado como un mal necesario incapaz de agregar valor a los procesos de una empresa. Sin embargo, en la actualidad, cuando mantenimiento agrupa metodologías de prevención, predicción y otras herramientas, se considera como un factor clave de competitividad ya que asegura la calidad a través de la confiabilidad y productividad de los activos y cumple los plazos de entrega a través de la disponibilidad de los activos, entre otros. Por lo tanto, saber en qué estado se encuentra la gestión del mantenimiento de una entidad es vital para la gerencia de la misma, ya

que se pueden tomar decisiones para mejorarla y así optimizar el desempeño de la empresa.

Cuando la dirección de una entidad se plantea si la gestión que se hace del mantenimiento es la adecuada, la respuesta puede ser: sí, no o regular. Claro está que tres son ambiguas porque entre ellas hay muchos puntos intermedios, y no informan sobre qué cosas tendríamos que cambiar para que la gestión del mantenimiento se considere excelente, ni esclarece hacia dónde se deben dirigir los esfuerzos para cambiar la situación existente, por lo cual la mejor solución suele ser realizar un diagnóstico de la función de mantenimiento.

Actualmente se utiliza una amplia gama de indicadores para estos fines. Al respecto, la bibliografía

---

\* Investigación Validada en la Universidad Politécnica de la Habana. Centro de Estudios en Ingeniería de Mantenimiento. CEIM-CUJAE, 2016, y Desarrollada en Bioingeniería Especializada S.A. de C.V. como parte de los Servicios Profesionales que se desarrollan. BIESSA© 2014-2016.

<sup>1</sup> Maestro en Ingeniería de Mantenimiento Industrial. Gerente de servicios comerciales y negocios en Bioingeniería Especializada S.A. de C.V., México, 2017. Laboró en Inversiones Gamma S.A. (Ministerio Ciencia Tecnología y Medio Ambiente-CUBA) como especialista principal comercial en actividades científico técnicas (2007-2015). Ha sido profesor e investigador Asistente (2001-2006) en la Universidad Politécnica de la Habana. Correo electrónico: ezabicki@gmail.com

<sup>2</sup> Ingeniero Industrial. Gerente general de Fullm3tal Prints&Service. Cuba (2014-2017). Fue (2008-2013) especialista en sistemas de información de la empresa de turismo Cubanacán. Correo electrónico: fullm3tal.print@gmail.com

especializada consultada reporta más de 110 indicadores medición del desempeño (KPI's por su siglas en inglés de *Key Performance Indicator*) o variables que permiten evaluar esta función considerando los aspectos técnicos, organizativos, económicos, financieros y sociales, resultando difícil evaluar en la práctica la función mantenimiento a través de todos estos indicadores.

Este diagnóstico es el punto de partida para trazar la estrategia a seguir. Su objetivo es realizar una evaluación integral de la situación, en aras de proponer un plan de mejora continua que logre mayor seguridad operacional, reducir las paradas, los tiempos perdidos, y los elevados costos de mantenimiento.

Internacionalmente las técnicas conocidas como *maintenance world class survey* (MWCS, por sus siglas en inglés), la matriz cualitativa de excelencia en mantenimiento (MCEM) y *maintenance effectiveness survey* (MES, por sus siglas en inglés), son utilizadas ampliamente por las empresas productivas y de servicio. Dos de ellas son aplicadas en el presente trabajo para dar cumplimiento al objetivo general del mismo.

Estos elementos y la experiencia profesional en el desarrollo de estos servicios validan un desarrollo propio; por lo tanto, el servicio de diagnóstico que se ejecuta y propone a las empresas debe tener un respaldo científico para legitimarlo y adquirir un valor agregado, definiendo así el objetivo general del presente artículo: validar la metodología de diagnóstico de la función mantenimiento desarrollada para instalaciones de alto riesgo, denominada QMANTF8<sup>3</sup>.

Para ejemplificar la aplicación se seleccionaron tres empresas de generación eléctrica por generación de vapor cuyas características fundamentales son muy similares.

### **El mantenimiento como proceso que se gestiona.**

El *Diccionario Básico Escolar* del Centro de Lingüística Aplicada, publicado en 2014 por la Editorial Oriente, define como proceso al conjunto de etapas o fases por la que atraviesa un fenómeno natural o artificial; también se puede entender como un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados (ISO-9000:2008).

Por otra parte, el mantenimiento se relaciona con un conjunto de acciones perfectamente coordinadas, por lo cual se puede señalar que mantenimiento es un proceso con entradas y salidas bien definidas y que se debe gestionar siguiendo así la filosofía de enfoque basado en proceso establecido en la ISO-9000:2008.

Pero ¿qué es gestionar? El *Diccionario de la Real Academia Española* define gestión como la acción y efecto de gestionar, que implica hacer diligencias conducentes al logro de un negocio o de un deseo cualquiera. Aquí se presenta esta definición clásica, y no difiere del objetivo, puesto que estas diligencias son las actividades internas de la gestión, cuya finalidad está referida al logro de un negocio u objetivo.

El mejor acercamiento a la definición de gestión, para nuestro campo, se encuentra en el libro *Project management*, de Rafael de Heredia, en el cual se representa a la gestión identificada como una aproximación/traducción (no equivalente) a la palabra inglesa *management* que implica «...la acción y efecto de realizar tareas, con cuidado, esfuerzo y eficacia, que conduzcan a una finalidad.»

Analizando estas concepciones, la gestión implica realizar acciones relacionadas con la organización, planificación, ejecución y control a todo lo inherente a la función mantenimiento.

<sup>3</sup> QMANTF8: Evaluación de la función mantenimiento a partir de 8 funciones gerenciales.

### **Gestión del mantenimiento**

Para los efectos de nuestro trabajo diario, así como la revisión y diagnóstico de la gestión del mantenimiento, pretendemos conceptualizarla como: Organizar, planificar, ejecutar y controlar las acciones perfectamente coordinadas entre todos los departamentos, con el objetivo de asegurar el funcionamiento de manera ininterrumpida de todos los sistemas y equipos de la instalación. Influenciando de forma concreta la disminución de las quejas de los clientes y las pérdidas de producción, con el mayor rendimiento energético posible, conservando la conformidad del cliente final, garantizando la seguridad del producto o servicio y la defensa del medio ambiente, con la relación costo/beneficio que permita el crecimiento del negocio.

Es por esto que existe una estrecha relación entre el ciclo de mejora continua referido en la familia de las normas ISO y el significado real y práctico que se le brinda a la gestión del mantenimiento. El ciclo de mejora continua se propone en la Norma ISO-9000:2000 y se actualiza en la ISO-9000:2008, en la cual se expone que cualquier función de gestión se identificará por el mismo ciclo de mejora.

### **Formas de evaluar la gestión de la función mantenimiento.**

Existen diversas formas de evaluar la gestión de la función mantenimiento, aunque todas ellas pueden reunirse en dos grandes grupos: 1) Medición de resultados a partir del cálculo y análisis de indicadores técnico-económicos y 2) Valoración del desempeño mediante el control directo.

Los métodos del primer grupo tienen la ventaja de que miden resultados finales de la actividad reflejada en cifras, su desventaja radica en la frialdad de los números que por diferentes razones pueden a veces enmascarar problemas, sobre todo cuando son incipientes o de naturaleza subjetiva, que solo pueden ser detectados «tocándolos con la mano».

Algunos ejemplos de indicadores son: tiempo

total de interrupciones, tiempo total limitado, interrupciones por mantenimiento correctivo, tiempo planificado de operación, tiempo real de operación, tiempo de paro planificado, total de la plantilla de mantenimiento, costo de materiales por mantenimiento preventivo, costo de mantenimiento por facturación y el costo de mantenimiento por el valor de reposición, entre otros.

El segundo grupo se refiere al empleo de evaluaciones y diagnósticos; las primeras sirven para valorar en el lugar, el estado del mantenimiento mediante la revisión de determinados aspectos establecidos de antemano. Por su parte los diagnósticos presuponen la presencia de un grupo multidisciplinario altamente calificado e independiente de la empresa evaluada para realizar una valoración objetiva e imparcial de la gestión de mantenimiento; es una evaluación más cualitativa y por tanto más flexible para su adecuación en el terreno en dependencia de los puntos débiles y fuertes que encuentren los expertos.

Tomando en cuenta estas razones nos centraremos en las técnicas referidas en el grupo 2, ya que los valores comparativos cumplen el mismo principio.

### **Descripción de las metodologías de diagnóstico.**

Para corroborar la validez de la metodología propuesta y no pretender darla por aceptada solo por su generalizado uso y resultados de alta calidad, pretendemos comparar nuestra metodología con al menos dos metodologías aquí mostradas.

Las metodologías usadas como base comparativas las puede consultar en la tabla 1.

#### **1. Técnica de diagnóstico denominada Matriz cualitativa de excelencia en mantenimiento (MCEM)**

La matriz cualitativa de excelencia en mantenimiento (MCEM), como lo asientan Parra y Crespo (2012), está basada en una matriz de 5 x 7, y sus ejes son:

Metodologías seleccionadas	Referencia bibliográfica
Auditoría de mantenimiento, RENOVETEC	García, S. (2009)
Auditoría de gestión de mantenimiento	Fabres, J. L. (1991)
Maintenance world class survey	Parra, C. y Crespo, A. (2012)
Auditoría por el método americano. Radar del mantenimiento	Tavares, L. A. (2003)
Auditoría por el método inglés. Cuestionarios	Tavares, L. A. (2003)
Matriz cualitativa de excelencia en mantenimiento, MCEM	Parra, C. y Crespo, A. (2012)
Maintenance effectiveness survey, MES	Parra, C. y Crespo, A. (2012)

Tabla 1. Metodologías de diagnóstico de mantenimiento

- Eje horizontal: corresponde a las 5 etapas de mejora del mantenimiento (incertidumbre, conciencia, entendimiento, madurez y excelencia)
- Eje vertical: corresponde a los factores del proceso a evaluar: aptitud de la alta gerencia, estado de la organización de mantenimiento, costos del mantenimiento/costos totales, solución de problemas, clasificación y entrenamiento del personal de mantenimiento, manejo de la información y toma de decisiones, posición de la organización en relación al mantenimiento.

Las áreas de mantenimiento propuestas a ser evaluadas son:

- Aptitud gerencial
- Status de la organización
- Costos totales de mantenimiento/Costos totales de producción
- Formas de resolver los problemas
- Calificación y adiestramiento del personal de mantenimiento
- Manejo de la información y proceso de toma de decisiones

- Posición de la organización en relación al mantenimiento.

El proceso de aplicación de esta técnica se hará a nivel del personal de gerencia, y es común desarrollarlo mediante una tormenta de ideas, por lo cual se recomienda aplicar el cuestionario de la matriz a la mayor cantidad de participantes posible para minimizar la incertidumbre de la técnica.

El proceso de cuantificación de las áreas de mantenimiento a diagnosticar se realiza tomando los resultados de cada una de las evaluaciones realizadas a los participantes y promediándolos. Cada participante evaluará los siete factores propuestos, las puntuaciones irán desde 1 hasta 5, siendo 1: Incertidumbre, 2: Conciencia, 3: Entendimiento, 4: Madurez, 5: Excelencia. Las preguntas desarrolladas para cada una de las áreas a ser evaluadas se presentan en tablas.

## 2. Metodología denominada Maintenance Effectiveness Survey (MES)

La técnica Maintenance Effectiveness Survey (MES) está basada en un cuestionario de evaluación de 60 preguntas en 5 áreas del mantenimiento. La respuesta a cada pregunta se limita a 5 posibles opciones. Las áreas evaluadas son:

- Recursos gerenciales
- Gerencia de la información (software de gestión del mantenimiento)
- Equipos y técnicas de mantenimiento preventivo
- Planificación y ejecución
- Soporte, calidad y motivación

El proceso de aplicación es a nivel del personal de gerencia, supervisión, operaciones y mantenimiento, recomendándose para el cuestionario 8 participantes como mínimo.

La cuantificación de las áreas de mantenimiento a diagnosticar se realiza de la siguiente forma: las personas seleccionadas evalúan las 12 preguntas desarrolladas para cada área, al tener 5 áreas nos da un total de 60 preguntas, en función de una escala de 1 a 5. Para la calificación se puntúa de acuerdo con la siguiente escala, 1: Muy deficiente, 2: Deficiente, 3: Regular, 4: Bueno y 5: Excelente. Cada área evaluada se considera con el mismo nivel de importancia. Las posibles puntuaciones máximas y mínimas a obtener son:

- Puntuación máxima por área: 60 unidades,

por las 5 áreas: 300 unidades.

- Puntuación mínima por área: 12 unidades, por las 5 áreas: 60 unidades.

Las puntuaciones totales se suman y promedian entre el número de personas encuestadas. Finalmente se estima la posición del mantenimiento en función de los siguientes rangos:

- 300-261: Categoría: Clase mundial/Nivel de excelencia
- 201-260: Categoría: Muy buena/Nivel de buenas prácticas
- 141-200: Categoría: Por arriba del nivel medio/Nivel aceptable
- 81-140: Categoría: Por debajo del promedio/Nivel no muy bueno, con oportunidades de mejorar
- Menos de 80: Categoría: Muy por debajo del promedio/Nivel muy malo, muchas oportunidades de mejorar.

A continuación se presenta un ejemplo de preguntas y tabla de puntaje.

Preguntas a evaluar	1	2	3	4	5
1. ¿Usted siente que mantenimiento está dotado para realizar su trabajo?					
2. ¿La estructura completa del mantenimiento parece ser lógica y favorece el cumplimiento de sus actividades?					
3. ¿La organización ayuda a eliminar las barreras que el mantenedor encuentra en su trabajo y de las cuales no tiene control?					
4. ¿La gerencia estimula a mantenimiento a alcanzar las metas de producción?					

Tabla 2. Ejemplos de preguntas para Maintenance Effectiveness Survey

### 3. Metodología de diagnóstico cuantificado de evaluación de administración y gestión del mantenimiento para instalaciones de alto riesgo (QMANTF8)

La metodología de diagnóstico cuantificado de evaluación de administración y gestión del mantenimiento, denominada QMANTF8 establece un método coherente que unifica métodos cualitativos (investigaciones, encuestas, tormentas de ideas), con un método matemático que cuantifica el estado real de cada función a evaluar, con una expresión numérica y permite determinar las áreas y subáreas que requieren mayor atención, puntos débiles, apunta las acciones correctivas y ayuda consecuentemente al gerente de mantenimiento a establecer sus objetivos.

La ejecución de diagnósticos sucesivos posibilita el seguimiento y medición de un plan de mejoras. Por ejemplo muchas empresas comienzan con chequeos internos mensuales y trimestrales contratando el semestral, luego en función de los resultados amplían la frecuencia y el contenido del análisis.

Las áreas funcionales que se establecen como principio de cuantificación son:

- Área 1: Organización general de mantenimiento
- Área 2: Recursos humanos
- Área 3: Ingeniería. Mantenimiento preventivo. Inspección
- Área 4: Preparación y planificación. Órdenes de servicios
- Área 5: Almacenes y aprovisionamiento
- Área 6: Contratación
- Área 7: Presupuesto. Control de costos
- Área 8: Eficiencia. Productividad

Es posible desglosar más, o por el contrario, simplificar el número de áreas; depende en cada caso

del tipo de organización, medios disponibles, estrategias, políticas de producción y mantenimiento de la empresa, entre otros. Se recomienda que para las organizaciones medianas y grandes no se modifiquen las áreas reseñadas ya que en conjunto son las que tradicionalmente se consideran más características.

Cada área se subdivide en subáreas funcionales, las cuales pueden ser modificadas, adicionadas o eliminadas, teniendo en cuenta las características ya mencionadas. La evaluación de cada subárea tendrá un valor numérico relacionado con las evidencias encontradas en el estudio cualitativo desarrollado, y que sobre todo definen el objetivo del estudio a desarrollar.

Cada área y subárea se pondera en función del nivel de importancia que se le asigna al elemento o teniendo en cuenta la experiencia del consultor que la aplica, o como es común, como resultado de la ponderación del grupo multidisciplinario que se debe crear para la elaboración del diagnóstico.

Las áreas funcionales a desarrollar y un ejemplo de ponderación se exponen a continuación en las tablas 3 y 4.

Los resultados de la clasificación de las áreas se mostrarán en una tabla resumen donde se suman, obteniéndose el índice QMANTF8, el cual se medirá atendiendo a la siguiente escala:

#### Aplicación de las metodologías de diagnóstico seleccionadas

De acuerdo a la norma ISO 9000:2008 se entiende por validación a la «confirmación mediante el suministro de evidencia objetiva de que se han cumplido los requisitos para una utilización o aplicación específica prevista». Partiendo de esta definición se procederá a validar la metodología QMANTF8, mediante la comparación que brindará la evidencia objetiva necesaria para legitimarla.

Se aplicará la metodología QMANTF8, además de MCEM y MES, avaladas internacionalmente

Nº	Áreas de actuación	Valor ponderado
1	Organización general de mantenimiento	13
2	Recursos humanos	8
3	Ingeniería. Mantenimiento preventivo. Inspección	18
4	Preparación y planificación. Órdenes de servicio	15
5	Almacenes y abastecimiento	10
6	Contratación	12
7	Presupuestos. Control de costos	12
8	Eficiencia. Productividad	12
Suma total de los valores:		100

Tabla 3. Ejemplo de ponderación de las áreas de actuación

Nº	Funciones del área 1	Valor ponderado (B)
1.1	Políticas generales y directrices de mantenimiento	15
1.2	Organigrama de mantenimiento	20
1.3	Definición de funciones y procedimientos de mantenimiento	15
1.4	Definición de plazas y contenidos generales	15
1.5	Recursos humanos y su distribución	15
1.6	Nivel de uso de la gestión de mantenimiento asistido por computadora	10
1.7	Medios técnicos disponibles	10
Suma total de los valores:		100

Tabla 4. Ejemplo de ponderación de las funciones. Área 1

Valores	Calificación
< 60 %	No aceptable
60 – 80 %	Aceptable
80 – 90 %	Bien
>90 %	Excelente

Tabla 5. Clasificación del índice de gestión de mantenimiento

por la Asociación para el Desarrollo de la Ingeniería del Mantenimiento (INGMANT), a cada una de las empresas de generación eléctrica por generación de vapor y se compararán los resultados. Identificaremos a las empresas como CGE1, CGE2 y CGE3.

### 1. Aplicación de la metodología QMANTF8

Con base en establecimiento de las ponderaciones por parte de los expertos, que definen los niveles de importancia de las referidas áreas y funciones, se realizó el diagnóstico a partir de la evaluación detallada de las mismas.

El área de actuación 3 es la que mayor valor recibe en esta ponderación con 18 puntos, ya que cubre los aspectos más técnicos que habitualmente deben existir en un departamento de mantenimiento para desarrollar sus cometidos principales; una clasificación lógica ya que los objetos de estudio son empresas de alto impacto y riesgos tecnológicos. (ver Tabla 6)

Aplicando la metodología se obtiene la tabla resumen QMANTF8, donde se establecen los resultados y se acompaña de un gráfico ilustrativo. (ver Tabla 7 y Figura 1)

El índice de QMANTF8 obtenido es de 64.88 %, cifra que permite evaluar la organización desde el mantenimiento como: Aceptable. En la figura 1 se evidencia con claridad cuáles son las áreas funcionales a las que hay que dirigir los esfuerzos y cuánto faltaría para alcanzar la meta propuesta por los expertos.

### 2. Aplicación de la metodología MCEM

El proceso de aplicación de esta técnica, realizada durante un caso real para obtener datos comparativos, se hizo mediante una tormenta de ideas y se encuestó a un total de 21 personas de las áreas de gerencia, supervisión y operación de mantenimiento. Los resultados promediados son:

Nº	Áreas	Valor ponderado (a)
1	Organización general de mantenimiento	13
2	Recursos humanos	8
3	Ingeniería. Mantenimiento preventivo. Inspección	18
4	Preparación y planificación. Órdenes de servicio	15
5	Almacenes y abastecimiento	10
6	Contratación	12
7	Presupuestos. Control de costos	12
8	Eficiencia. Productividad	12
Suma total de los valores:		100

Tabla 5. Clasificación del índice de gestión de mantenimiento

	Áreas de gestión	Meta	Resultado	%
1	Organización general de mantenimiento	13	11.63	89.5
2	Personal	8	5.39	67.4
3	Ingeniería. Mantenimiento preventivo. Inspección	18	14.81	82.3
4	Preparación y planificación	15	8.64	57.6
5	Almacenes y abastecimiento	10	6,755	67.55
6	Contratación	12	7,056	58.8
7	Presupuestos. Control de costos	12	4,074	34.0
8	Eficiencia. Productividad	12	6,528	54.4
Índice de la situación de la administración de mantenimiento		100	64,883	

Tabla 7. Resumen QMANTF8. Evaluación cuantitativa

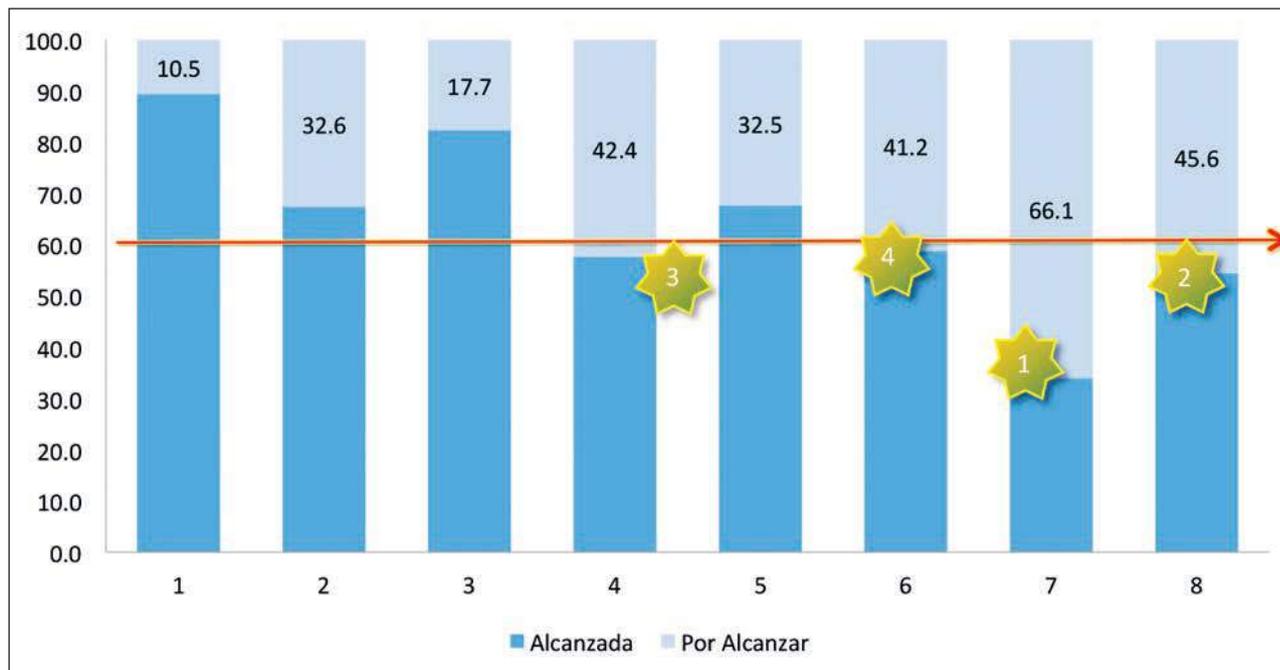


Figura 1. Resumen QMANTF8. Evaluación gráfica

Áreas	Promedio
Aptitud gerencial	3.1
Status de la organización	3.7
Costos totales de mantenimiento/costos totales de producción	2
Formas de resolver los problemas	3.2
Calificación y adiestramiento del personal de mantenimiento	3.2
Manejo de la información y proceso de toma de decisiones	3.1
Posición de la organización en relación al mantenimiento	3.8
Valor promedio	3.16

Tabla 8. Resumen MCEM

Como se aprecia 6 de los 7 criterios se encuentran sobre la etapa 3 y el valor MCEM es 3.16, pudiendo determinar que se encuentra en la fase de Entendimiento, que se concibe como un estado Aceptable de la gestión del mantenimiento. Además el criterio con mayor problema corresponde a los costos totales de mantenimiento contra los costos totales de producción.

### 3. Aplicación de la metodología MES

La aplicación de la técnica se hizo a nivel de personal de gerencia, supervisión y operación de mantenimiento; se encuestó a un total de 21 personas. Al procesarse los datos se promedió los 188 puntos alcanzados por la empresa estando en el intervalo 141-200 que corresponde con la categoría Por arriba del nivel medio/Nivel aceptable.

Resultados por áreas	Totales promediados
Recursos gerenciales	32
Gerencia de la información	29
Equipos y técnicas de mantenimiento preventivo	43
Planificación y ejecución	39
Soporte, calidad y motivación	45
Total:	188

Tabla 9. Resumen MES

**Resumen de la aplicación de las metodologías a todas las empresas analizadas**

No.	Área funcional	CGE1	CGE2	CGE3
1	Organización general de mantenimiento	11.63	4.10	8.91
2	Personal	5.39	6.34	7.47
3	Ingeniería. Mantenimiento preventivo. Inspección.	14.81	12.20	9.29
4	Preparación y planificación	8.64	10.44	8.49
5	Almacenes y abastecimiento	6.755	8.45	8.45
6	Contratación	7.056	7.06	7.30
7	Presupuestos. Control de costos	4.074	6.62	3.69
8	Eficiencia. Productividad	6.52	6.42	6.49
Totales		64.88	61.62	60.08
Calificaciones		Aceptable	Aceptable	Aceptable

Tabla 10. Resumen comparativo QMANTF8

Áreas	CGE1	CGE2	CGE3
Aptitud gerencial	3.1	2.7	2.9
Status de la organización	3.7	3.4	3.6
Costos totales de mantenimiento/ costos totales de producción	2	2	2
Formas de resolver los problemas	3.2	2.7	2.9
Calificación y adiestramiento del <i>staff</i> de mantenimiento	3.2	2.9	2.9
Manejo de la información y proceso de toma de decisiones	3.1	3.5	3.5
Posición de la organización en relación al mantenimiento	3.8	3.8	3.8
Valores promedio	3.16	3.00	3.09
Calificaciones	Aceptable	Aceptable	Aceptable

Tabla 11. Resumen comparativo MCEM

Área	CGE1	CGE2	CGE3
Recursos gerenciales	32	29	29
Gerencia de la información	29	25	30
Equipos y técnicas de mantenimiento preventivo	43	36	36
Planificación y ejecución	39	39	39
Soporte, calidad y motivación	45	42	42
Totales:	188	171	176
Calificaciones	Aceptable	Aceptable	Aceptable

Tabla 12. Resumen comparativo MES

Área	Resultados		
	CGE1	CGE2	CGE3
Metodología de diagnóstico QMANTF8	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Matriz cualitativa de excelencia en mantenimiento (MCEM)	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Maintenance Effectiveness Survey (MES)	Aceptable	Aceptable	Aceptable

Tabla 13. Resumen comparativo de todas las metodologías. Validación

### Conclusiones

Como resultado de este trabajo se pueden definir las siguientes conclusiones:

1. La búsqueda bibliográfica definió las concepciones clave para el entendimiento del mantenimiento como proceso que se gestiona, y arrojó la existencia de múltiples metodologías de diagnóstico de la función mantenimiento.
2. Se aplicó la metodología de diagnóstico de la función mantenimiento denominada QMANTF8, dando como resultado una evalua-

ción puntual de cada uno de los objetos de estudio.

3. Se aplicaron las metodologías denominadas Matriz cualitativa de excelencia (MCEM) y Maintenance Effectiveness Survey (MES) a los objetos de estudio, obteniendo las evaluaciones pertinentes.
4. La comparación de los resultados de las tres metodologías aplicadas dan como consecuencia una equivalencia en los datos y una evaluación cualitativa similar para cada objeto de

estudio, concluyendo que la metodología QMANTF8 queda validada con base en los resultados de las otras dos. Investigación validada por Tribunal Tesis Grado Ingeniería Industrial. Universidad Politécnica de La Habana. Facultad de Ingeniería Industrial. Julio 2016.

### Referencias bibliográficas

- Christensen, C., Indicadores de Mantenimiento (1ª parte). Revista, 2006. N° 13. <http://www.club-demantenimiento.com/indicadores-de-mantenimiento-1a-parte/>
- Christensen, C., Indicadores de Mantenimiento (2ª parte). Revista, 2006. N° 14. <http://www.club-demantenimiento.com/indicadores-de-mantenimiento-2a-parte/>
- García, G. S. (2009). Auditorías de Mantenimiento. Madrid, España. RENOVETEC.
- O'Hanlon, T., Mission & Vision Statements for Maintenance & Reliability. Center for Global Development. November 2009. <https://www.cgdev.org>
- Parra, C. y A. Crespo. (2012). Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la Gestión de Activos. Desarrollo y aplicación práctica de un Modelo de Gestión del Mantenimiento (MGM). Sevilla. INGEMAN.
- QUINTERO, E. J. G. (2010). Estructuración y desarrollo de la matriz de excelencia en la empresa CONFIPETROL S. A. Universidad Industrial de Santander: Bucaramanga.
- Romero, M. T. y E. E. Gutiérrez. (2014). «Optimización costo riesgo para la determinación de frecuencias de mantenimiento o de reemplazo», en Mantenimiento en Latinoamérica. Volumen 6 – N° 3. ISSN: 2357-6340. Bogotá, Colombia.
- Silva, P. E. (2014). «Excelencia del mantenimiento en Colombia», en Mantenimiento en Latinoamérica, Volumen 6 – N° 3. ISSN: 2357-6340. Bogotá, Colombia.
- Tabares, L. A. (1998). «Índices de mantenimiento», en Manutencao y qualidade, No. 23, Brasil.
- Tavares, L. (2014). «Modelos de evaluaciones adoptadas en la gestión de activos físicos», en Mantenimiento en Latinoamérica. Volumen 6 – N° 3. ISSN: 2357-6340. Bogotá, Colombia.
- Tavares, L. A. (2003). Auditorías de Mantenimiento. Comité Panamericano de Ingeniería de Mantenimiento (COPIMAN). <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/upadi/>
- Tavares, L. A. (2003). Gestión Técnica-Económica del Mantenimiento. Comité Panamericano de Ingeniería de Mantenimiento (COPIMAN). <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/upadi/>
- Torres, L. D. (2005). Mantenimiento. Su implementación y gestión. UNIVERSITAS, Argentina.
- Vargas, E. (2007). El mantenimiento de la cuarta generación. Comité Panamericano de Ingeniería de Mantenimiento (COPIMAN). <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/upadi/>
- Villanueva, E. D. y J. F. D. Pérez. (2014). «El mantenimiento industrial está basado en teorías obsoletas», en Mantenimiento en Latinoamérica. Volumen 6, N° 3. ISSN: 2357-6340. Bogotá, Colombia.
- Zabicki D., E. Gestión y Economía de Mantenimiento. Compilación de Materiales Bibliográficos destinados a la Universidad Mayor de San Simón, 2006. (inédito)
- Zabicki D., E. Indicadores de Evaluación de la Gestión de los Servicios Técnicos en Instalaciones Turísticas, utilizando la Metodología BSC. 2006. No 3. (inédito)