

TESIS PRESENTADA EN OPCIÓN AL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

**AUDITORÍA A LA GESTIÓN DE LA CALIDAD EN EL MANTENIMIENTO CON  
ENFOQUE MULTICRITERIO EN LA FÁBRICA DE IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS  
“HÉROES DEL 26 DE JULIO” DE HOLGUÍN**

AUTOR: Alejandro Martínez Martínez

TUTOR: MSc, Prof. Aux. Ing. Ángel Eugenio Infante Haynes

TIPO DE CURSO: CRD

Holguín 2022



## **AGRADECIMIENTOS**

Al sistema educacional cubano. Particularmente a la Facultad de Ingeniería y al departamento Ingeniería Mecánica.

MSc. Ing. Ángel Eugenio Infante Haynes, tutor, porque su dirección y tutoría conjuntamente con su conocimiento científico en el tema de investigación fueron fundamentales a lo largo de toda la investigación.

## **DEDICATORIA**

A mi familia, en especial a mi madre y a mi abuela que son el motor impulsor del esfuerzo realizado.

## **RESUMEN**

La presente investigación está encaminada a brindar un procedimiento de auditoría de calidad en la gestión, mediante el empleo de un enfoque de modelación matemática multicriterio, que contribuya a la ayuda de la toma de decisiones en el campo del mantenimiento, proceso indispensable para mantener la vitalidad en todo proceso productivo y/o servicios. Se utilizó un método muy robusto, el Análisis Jerárquico de Procesos, para evaluar los juicios de los expertos en dos corridas. Mediante la investigación realizada se pueden precisar las principales fortalezas y debilidades que presenta el sistema de gestión de mantenimiento de la entidad productiva. Todo lo antes expresado permite valorar el impacto y la necesidad de auditar el sistema de gestión de mantenimiento en estas entidades de la Industria Metal-Mecánica.

## **ABSTRACT**

The present research is aimed at providing a quality management audit procedure, using a multi-criteria mathematical modelling approach, which contributes to assisting decision making in the field of maintenance, an indispensable process for maintaining vitality in any production process and/or services. A very robust method, Hierarchical Process Analysis, was used to evaluate expert judgements in two runs. Through the research carried out, the main strengths and weaknesses of the maintenance management system of the productive entity can be identified. All of the above makes it possible to assess the impact and the need to audit the maintenance management system in these entities in the metal-mechanical industry.

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL .....	6
Introducción.....	6
1.1 Estado del arte .....	6
1.1.1 Tiempo Medio Entre Fallos .....	8
1.1.2 Tiempo Medio Para la Reparación.....	8
1.1.3 Disponibilidad.....	8
1.2 Fundamentación teórica del objeto de estudio .....	13
1.3 Sistemas de Gestión Integrados (SGI).....	15
1.4 Metodología para auditar la gestión de la calidad en el mantenimiento.....	16
CAPÍTULO II MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
Introducción.....	22
2.1 Descripción del objeto de estudio.....	22
Denominación .....	28
Modelo .....	28
Código.....	28
Inventario .....	28
Observac.....	28
2.2 Propuesta del procedimiento para la resolución del problema .....	32
CAPITULO III RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	44
Introducción.....	44
CONCLUSIONES GENERALES .....	56
RECOMENDACIONES .....	57
BIBLIOGRAFÍA.....	58
ANEXOS.....	62

## Índice de Figuras

Figura 1. Evolución histórica de la auditoria. Fuente: Mantilla Blanco (2003). .....	9
Figura 2. Elementos controlables de todo proceso.....	16
Figura 3. Etapas para el diagnóstico y evaluación de la gestión de la calidad en el mantenimiento.....	17
Figura 4. Estructura organizativa de La Empresa Mecánica "Héroes del 26 de Julio" .	23
Figura 5. Categorías de los trabajadores de la Empresa Mecánica "Héroes del 26 de Julio".....	23

Figura 6. Gráfico del resultado de la evaluación de un área de actuación. ....	35
Figura 7. Jerarquía Saaty. ....	39
Figura 8. Resultados de la evaluación en la Organización General. ....	48
Figura 9. Resultados de la evaluación en Recursos Humanos. ....	48
Figura 10. Resultados de la evaluación en Control Económico.....	48
Figura 11. Resultados de la evaluación en Planificación, Programación y Control. ....	49
Figura 12. Resultados de la evaluación en el Mantenimiento.....	49
Figura 13. Evaluación cuantitativa General. ....	49
Figura 14. Escala Saaty ....	52

### Índice de Tablas

Tabla 1. Cuestionario de preguntas a resolver. ....	14
Tabla 2. Valores lingüísticos.....	14
Tabla 3. Ejemplo de un cronograma de ejecución.....	18
Tabla 4. Modelo para los hallazgos y sus recomendaciones.....	19
Tabla 5. Activos fijos tangibles que tiene el taller. ....	28
Tabla 6. Ponderaciones de funciones de cada área de actuación y sus funciones. Fuente: Fabrés, J.L. Auditoria de Gestión de Mantenimiento. Revista Mantenimiento, Chile, No.6, 1991. ....	34
Tabla 7. Ejemplo de un área de actuación después de evaluada. ....	35
Tabla 8. Ejemplo de áreas de actuación y funciones de la Gestión de Mantenimiento. ....	36
Tabla 9. Escala Saaty.....	39
Tabla 10. Resultados para RI.....	40
Tabla 11. Descripción por Áreas: Evaluar del 1 hasta 10 como máximo.....	44
Tabla 12. Resultados de los indicadores utilizando la media geométrica.....	45
Tabla 13. Evaluación de las áreas.....	46
Tabla 14. Resultados de las áreas de actuación objeto de análisis. ....	50
Tabla 15. Resultados de las evaluaciones en el escenario 2. ....	50
Tabla 16. Resultados para RI.....	52
Tabla 17. Resultados obtenidos en la evaluación de cada encuesta. ....	54
Tabla 18. Resultados de ma meta resuelta por el método AHP. ....	54
Tabla 19. Resultado Final de la evaluación.....	55

## INTRODUCCIÓN

Hasta nuestros días existen problemas que afectan directamente la economía de nuestros países, uno de ellos es la competitividad a la que se ven sometidas las empresas cubanas, la crisis económica de orden mundial, la globalización propia del modelo económico capitalista mundial, lo que conlleva a la necesidad de convertir las empresas cubanas en organizaciones flexibles, capaces de adaptarse a los constantes cambios a partir del incremento de sus capacidades de respuesta a las nuevas condiciones del entorno.

Los autores Llanes and Rodríguez (2015) la alternativa de mantenimiento es el medio que tiene toda empresa para conservar operable, con un alto grado de eficiencia y eficacia, sus activos fijos. Igualmente también se aprecia un significativo interés por optimizar las actividades de mantenimiento que se desarrollan en las instalaciones industriales, algunos autores para ello utilizan métodos matemáticos multicriterio, de la misma forma, la actividad de mantenimiento ha replanteado algunas de sus bases, por ejemplo: han emergido nuevas técnicas de gestión, organización y planeamiento con aplicaciones ingenieriles de avanzada, pasando a ser de una actividad reactiva (apaga fuegos) a una concepción con enfoque proactivo, debido a que los paros imprevistos son cada vez más costosos con una considerable dosis de quebranto de credibilidad que se refleja en pérdida de mercado (Acosta-Palmer & Troncoso-Fleitas, 2011); (Gómez-Sancho et al., 2010); (Hernández Pérez, 2013).

Según Castro, Cañadas, and Molina (2010) mantenimiento no es más que un servicio que agrupa una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos, máquinas, construcciones civiles e instalaciones. De la misma forma otros autores (Batista Rodríguez, 2000) coinciden en que el objetivo del mantenimiento se caracteriza por ser medible y cuantificable; el mismo garantiza la competitividad de la empresa por medio de asegurar la disponibilidad y confiabilidad planeadas de la función deseada, cumpliendo con los requisitos del sistema de calidad de la empresa y con todas las normas de seguridad y medio ambiente, al óptimo costo o máximo beneficio global. El mantenimiento en la Industria 4.0, surge en Alemania durante el año 2011, cuando el Gobierno y el sector empresarial, encabezado por Bosch, conforman un grupo de investigación para encontrar un marco común que permitiera la aplicación de las nuevas tecnologías, entregando su primer informe en el 2012, que luego fue presentado en público durante la Feria de Hannover en 2013. Así inicia el paradigma de lo que hoy se conoce como la cuarta revolución industrial, referenciada bajo diferentes



términos de acuerdo con el país en donde se desarrollen iniciativas para su investigación (Muñoz, Rodríguez González, & Sittón Candanedo, 2018).

“En la industria, se estima que la identificación temprana y la solución de problemas antes de que ocurran pueden ahorrar un 40 % en costes de mantenimiento” (Fuji et al., 2019).

La industria 4.0 se refiere a un nuevo modelo de organización y de control de la cadena de producción, permitiendo incrementar el ciclo de vida del motor o de la máquina apoyado por las nuevas tecnologías de la información.

Entre los aspectos principales para apostar por la industria 4.0 son:

- El tiempo dedicado al mantenimiento se reduce hasta en un 50%.
- Aplicación de técnicas sofisticadas de monitoreo.
- La aplicación de sensores es una manera segura de llevar control de los equipos.
- Incremental la rentabilidad en corto plazo.

La aplicación de esta industria permite la reducción de gran parte de costos de mantenimiento o reparación, permitiendo mejorar la gestión de las líneas de producción.

La Industria 4.0 se encuentra centrada en abordar el análisis de datos y los métodos de aprendizaje automático para cambiar los procedimientos y técnicas de producción comunes, una de las ciencias que más está involucrada dentro de esta industria es la informática, incluida la inteligencia artificial y los campos de la computación (Einabadi, Baboli, & Ebrahimi, 2019).

La implementación de este tipo de mantenimiento permite a las empresas procesos más eficientes, incrementar el valor agregado en sus productos y servicios, mayor competencia nacional e internacional (Dueñas Ramírez, Villegas López, Castiblanco Tique, & Castaño Restrepo, 2021). Para poseer un buen sistema de gestión de mantenimiento es necesario contar con servicios de mantenimiento adecuadamente organizados, dotados con personal idóneo y con equipos e instalaciones apropiadas y dentro de estos equipos no menos importante, es poder contar con un herramental adecuado, así como una efectiva gestión de repuesto.

Los gerentes de mantenimiento están recibiendo, cada vez más, mayores responsabilidades, en muchos casos, con una estructura "enjugada" y buscan responder a las nuevas exigencias de los consumidores o clientes, perfeccionándose y buscando el perfeccionamiento de su personal, a través de mayor capacitación y de intercambio de informaciones” (García-Martín, Martínez, Tabarés, Frías, & Agúndez, 2004).

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 se ha probado durante estas dos últimas décadas, 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

Los autores Vela-Valdés et al. (2018) definen como 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.

La auditoría en función de sus objetivos debe comprobar que los trabajos se hayan realizado en el tiempo planificado, que los mismos posean la calidad requerida, que exista un uso adecuado de los recursos asignados y que de acuerdo a las actividades programadas exista una correspondencia de recursos materiales, humanos, financieros y tecnológicos, verificar que la operación de equipos e instalaciones sea segura, ambientalmente aceptable y brinde la máxima eficiencia, eficacia y funcionalidad.

### **Situación problemática**

La necesidad de un procedimiento de auditoría para la evaluación de la calidad del mantenimiento, que le permita realizar la evaluación de la gestión de mantenimiento debidamente, puesto que en ocasiones los criterios tomados en cuenta para esa actividad son insuficientes y cuando lo son, no se profundiza o se audita como lo indica la normas o procedimiento al respecto, por otro lado solo se cuenta con listas de chequeo de los equipos aplicado solo a pocos indicadores y se desconoce por parte de la entidad las herramientas para evaluar la gestión del mantenimiento.

### **Problema científico**

La inexistencia de un procedimiento para la realización de la auditoría y evaluación de la gestión de la calidad en el mantenimiento en la Fábrica de Implementos Agrícolas “Héroes del 26 de Julio” de Holguín.

### **Objeto de estudio**

Áreas de operación en la Fábrica de Implementos Agrícolas “Héroes del 26 de Julio” de Holguín.

### **Campo de acción**

Auditoría de la gestión de la calidad en el mantenimiento y los métodos multicriterio para la evaluación de las áreas de operación en la Fábrica de Implementos Agrícolas “Héroes del 26 de Julio” de Holguín.

## **Hipótesis**

Si se realiza una auditoría a la gestión de la calidad del mantenimiento, a través de un procedimiento, que tenga en cuenta áreas y funciones de la entidad, será posible identificar y definir entonces su efectividad (fortalezas y debilidades), para la ayuda a la toma de decisiones en la Fábrica de Implementos Agrícolas “Héroes del 26 de Julio” de Holguín.

## **Objetivo general**

Diseño y realización de una auditoría a la calidad de la gestión del mantenimiento mediante el diseño de un procedimiento con enfoque multicriterio para la ayuda a la toma de decisión y poder direccionar eficientemente los recursos humanos, materiales y financieros, en la Fábrica de Implementos Agrícolas “Héroes del 26 de Julio” de Holguín.

## **Tareas de investigación**

1. Construir el marco teórico referencial de la investigación, a través de la consulta de la literatura más actualizada relacionada con el tema, ya sea nacional o internacional, sitios y páginas web, recopilando los elementos necesarios para realizar la misma.
2. Conseguir precisar las principales fortalezas y debilidades que presenta en su sistema de gestión de mantenimiento, en la Empresa objeto de estudio.
3. Identificar, clasificar y documentar las áreas y funciones a auditar para medir el nivel de desempeño de las mismas.
4. Valorar el impacto y la necesidad de auditar el sistema de gestión de mantenimiento en la empresa objeto de estudio.

## **Objetivos específicos**

1. Elegir un procedimiento de auditoría y evaluación de la gestión de la calidad de mantenimiento que permita conocer la situación actual en la empresa objeto de estudio y adecuarlo a las características propias de dicha entidad.
2. Rediseñar el procedimiento con enfoque multicriterio para la ayuda a la toma de decisión.
3. Aplicar el procedimiento diseñado para realizar la auditoría y evaluación a la gestión de la calidad del mantenimiento en la empresa objeto de estudio.

## **Métodos de investigación**

### **Teóricos:**

### **Análisis y síntesis:**

Se analizó todo lo referente a la bibliografía del universo estudiado para conocer las particularidades donde se desarrolla el marco de este trabajo.

Se escogieron pequeños resúmenes o síntesis de textos referentes al fenómeno a estudiar, para mejorar el contenido en el que se enmarcará este trabajo.

**Histórico – Lógico:**

Se aplicó para establecer el estado del arte del tema de investigación, como un marco teórico referencial, permitiendo conocer qué se ha investigado sobre el tema objeto de estudio, y los aspectos generales que se abordan, así como surgimiento y evolución del mismo.

**Empíricos:**

**Consultas a expertos:**

Entrevistas y encuestas realizadas a los directivos con mayor conocimiento en el tema en la empresa, así como, técnicos, ingenieros y operarios lo cual contribuyó con la caracterización de la problemática estudiada.

**Revisión bibliográfica:**

Se realizó la consulta de las bibliografías que nos permitieron establecer el estado del arte.

**Resultados esperados**

Concebir un procedimiento para la realización de la auditoría y evaluación de la gestión de la calidad en el mantenimiento en la Fábrica de Implementos Agrícolas “Héroes del 26 de Julio” de Holguín, para identificar y definir su efectividad (fortalezas y debilidades), y con esto ayudar a la toma de decisiones.

# **CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL**

## **Introducción**

En este capítulo se dará a conocer los procedimientos que existen relacionado con el objeto de estudio, igualmente las principales teorías que están vinculadas con la auditorías, la calidad de la gestión del mantenimiento y la propuesta de ver el problema con un nuevo enfoque, el enfoque multicriterio, debido a que es muy complejo ver la problemática de los sistema de ingeniería desde una sola dimensión, casi siempre confluyen más de una, por lo que se debe tener en cuenta para una mejor toma de decisión por parte de los decisores.

### **1.1 Estado del arte**

Los activos fijos se definen como aquellas propiedades, bienes materiales o derechos que en el curso normal de los negocios no están destinados a la venta, sino que representan la inversión de capital o patrimonio de una dependencia o entidad en las cosas usadas o aprovechadas por ella.

Algunos autores como Huo and Kwansa (1994), Tanino, Tanaka, and Inuiguchi (2003) y Office of Financial Management (2004) Keown (2004) referenciado en Lobato, Vargas, Hernández, and Pentón (2021) plantean que los activos fijos se clasifican en tangibles e intangibles. Los activos fijos tangibles comprenden las propiedades o bienes que pueden ser tocados, tales como terrenos equipos y maquinarias, mientras los activos fijos intangibles incluyen a aquellos elementos que no poseen forma corpórea, como los derechos de patentes, los de vías o créditos mercantiles.

Otros autores van un poco más allá y toman en cuenta las inversiones en acciones, bonos y valores emitidos por empresas afiliadas, arribando a una tercera clasificación: inversiones en compañías afiliadas.

A pesar de lo ante dicho la mayoría de los autores coinciden en que son medios u objetos físicos con una vida limitada, que van perdiendo su valor en la medida que se van desgastando con el tiempo. Estos activos fijos se valoran al precio de adquisición, o a su costo real de producción. El valor de estos bienes se actualizará contablemente por el registro de la depreciación, cuando corresponda, incluyéndose el importe de la misma en el resultado del ejercicio económico.

El mantenimiento constituye una certera alternativa de decisión frente al desgaste de los activos fijos. Diversas son las definiciones que sobre este tema se han originado. Autores como: (Kaufman, 1975), (Pérez & Rodríguez, 2018), (Borroto Pentón, 2005); (E. Martínez & Ulivis, 2013; Sánchez & Avalos, 2009) (Benaim, 1994); (Arocha, Tavares, Silva, & Marcano, 2005) (Stoner, Freeman, & Gilbert, 1996) al referirse al asunto han discrepado

en algunos aspectos en la medida en que se han enfocado en determinada organización, pero todos de manera general coinciden en aspectos, tales como: conservar, mantener, restaurar, la función pretendida del activo fijo. Así mismo, por ejemplo, (Pérez & Rodríguez, 2018) se refiere solamente a la limpieza y lubricación de los equipos, mientras que (Tavares, 1999) amplía el concepto, definiéndolo como la actividad encaminada a incrementar la disponibilidad de los mismos. Por su parte (Borda, 1998) lo define como la restauración de la capacidad operativa de los equipos e instalaciones productivas con el fin de contribuir a que el objetivo fundamental de la empresa pueda efectuarse al más bajo costo posible. (Tavares, 1999) plantea que son aquellas medidas necesarias para la conservación o permanencia de alguna cosa o de alguna situación, coincidiendo con que lo definió como la función empresarial que por medio de sus actividades de control, reparación y revisión, permite garantizar el funcionamiento regular y el buen estado de conservación de las instalaciones. (De la Paz Martínez, 1996) define el mantenimiento como la totalidad de las acciones técnicas, organizativas y económicas encaminadas a conservar o restablecer el buen estado de los medios básicos, a partir de la observancia y reducción de su desgaste y con el fin de alargar su vida útil, para lograr una mayor disponibilidad y cumplir con calidad y eficiencia su función productiva y de servicio, garantizando la seguridad del personal y del medio ambiente.

Para conocer el buen funcionamiento de una organización es importante poder medir sus indicadores de desempeño, dentro de ello aparecen en la literatura algunos ejemplos de indicadores de mantenimiento encontrados:

- Costo total de mantenimiento / Costo total de producción.
- Disponibilidad.
- Horas-hombres planificadas de mantenimiento / Horas-hombres total de mantenimiento.
- Horas-hombres no planificadas de mantenimiento / Horas-hombres total de mantenimiento.
- Tiempo medio entre fallos.
- Tiempo medio entre reparaciones.
- Tiempo promedio de respuesta.
- Plantilla de mantenimiento / plantilla de la planta.
- Porcentaje de cumplimiento del plan.
- Duración promedio de las intervenciones.
- Porcentaje de utilización de la fuerza de trabajo de mantenimiento.

Se considera de gran relevancia los indicadores que se enuncian a continuación:

### **1.1.1 Tiempo Medio Entre Fallos**

Relación existente entre el tiempo de operación de un equipo y el número total de fallos detectados en el período observado. Es calculado para artículos reparables.

Tiempo Medio Entre Fallos (TMEF)  $TMEF = HROP / NTMC$

HROP: tiempo total de operación del equipo (h).

NTMC: fallos del equipo en el período analizado.

### **1.1.2 Tiempo Medio Para la Reparación**

Comprende la relación entre el tiempo total de intervención correctiva y el número total de fallos detectados en el período analizado.

Tiempo Medio Para la Reparación (TMPR)  $TMPR = HTMC / NTMC$

HTMC: tiempo total de intervenciones correctivas al equipo en el período analizado.

### **1.1.3 Disponibilidad**

Relaciona a la diferencia del número de horas del período considerado con el número de horas de intervención (mantenimiento correctivo, preventivo, otros servicios) y el número de horas del período considerado.

Disponibilidad (D)  $D = (HCAL - HMRN) / HCAL$

HCAL: horas de un período considerado (horas calendario)

HMRN: número de horas intervenidos por el personal de mantenimiento para cada equipo observado.

El costo de mantenimiento: Está formado por cinco elementos (personal, materiales, contratación, depreciación y pérdidas de facturación), de los cuáles en la mayoría de las empresas solo se tienen en cuenta el costo de personal y el costo de materiales.

$CTMN = CP + CM + CT + CD + CF$

Donde:

CP: el costo de personal (aporte a la seguridad social y salario).

CM: los costos materiales.

CT: el costo de la tercerización.

CD: el costo de depreciación de los equipos.

CF: el costo por pérdida de facturación.

A pesar de ser los indicadores de mantenimiento elementos de control relativamente fáciles de aplicar muchas de las entidades cubanas no utilizan indicadores para evaluar la gestión de su mantenimiento y las que lo hacen se basan fundamentalmente en índices de costo y de disponibilidad (Llanes, Martín, & Pascual, 2008).

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. Según Mantilla Blanco (2003) la auditoría como actividad de control en su evolución histórica transcurrió por cuatro fases, como se muestra en la Figura 1.

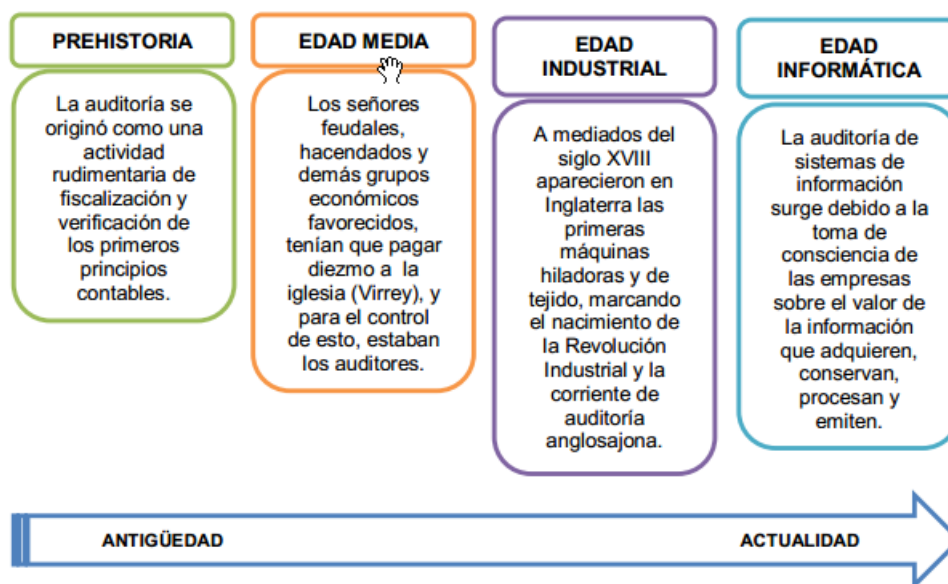


Figura 1. Evolución histórica de la auditoría. Fuente: Mantilla Blanco (2003).

Según Ventura-León and Caycho-Rodríguez (2017) existen varios conceptos enunciados por un grupo de autores que se exponen a continuación:

Según Concepts (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.

Según Board (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.

Según Lang, López, Santillana, Ortiz, and Ojeda (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.

Según González Ollé (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.

Esta última al criterio del autor es una definición mucho más amplia que puede abarcar tanto otras áreas de la empresa como otras actividades no financieras, que muy bien pudiera contemplar la gestión del mantenimiento.

El Instituto de Auditores Internos de los Estados Unidos, define la auditoría interna como una actividad independiente que tiene lugar dentro de la empresa y que está encaminada a la revisión de operaciones contables y de otra naturaleza con la finalidad de prestar un servicio a la dirección.

La norma ISO 9001: 2002 (J. A. G. Martínez, 2016) tienen relación con las auditorías de mantenimiento y aunque, no tiene como objetivo prioritario asegurar que el mantenimiento se realice de forma correcta, aunque su incumplimiento generaría no conformidades, igualmente cuando se aplica con un enfoque excesivamente documental no se contempla el mantenimiento efectivo como factor prioritario, por lo que esta norma y una buena gestión del mantenimiento son compatible, pero diferentes e independientes (Pérez Zúñiga, Mercado Lozano, Martínez García, Mena Hernández, & Partida Ibarra, 2018)

Dentro de las ventajas económicas de la realización de auditorías de mantenimiento tenemos: el seguro de maquinaria se abarata, la vida útil de la planta industrial aumenta, disminuyen los costos, estado técnico aceptable de los activos para su venta, aumento de la disponibilidad y fiabilidad aumenta, de lo contrario esta sería inútil.

(Acosta-Palmer & Troncoso-Fleitas, 2011) en busca de conocer los problemas que atentan contra la disponibilidad y confiabilidad del equipamiento médico, mostrando una metodología aplicada en los hospitales, e identificó las principales deficiencias de la gestión de mantenimiento; tomó algunos principios de la ISO 19011:2002, así como métodos de expertos en la definición del valor de las áreas funcionales, la metodología permitió identificar las principales deficiencias e insuficiencias de la función mantenimiento.

Según Acosta-Palmer and Troncoso-Fleitas (2011) a auditoría a la gestión de mantenimiento consiste en el examen y evaluación que se realiza a una entidad para establecer el grado de economía, eficiencia y eficacia en la planificación, control y uso de los recursos y comprobar la observancia de las disposiciones establecidas, con el

objetivo de verificar la utilización más racional de los recursos y mejorar las actividades y materias examinadas. Se trata de un examen objetivo y sistemático de evidencias con el fin de proporcionar una evaluación independiente del desempeño de la función, la cual tiene como propósito mejorar la acción de la administración y facilitar la toma de decisiones de los responsables de supervisar o implementar las acciones recomendadas.

Según Héctor (2017) el cual plantea que consiste en la evaluación, análisis y la valoración objetiva, periódica y sistemática de las funciones, características esenciales del servicio, para comprobar la corrección del sistema de gestión de mantenimiento empleado y su evolución en el tiempo, ya que cuánto mejor aplicadas sean, se corregirán en mayor grado los problemas que se detecten, facilitando la consecución de sus objetivos.

Según la norma ISO 9004, Anexo B, existen un grupo de principios para la gestión de la calidad, igualmente la norma de gestión de la calidad elaborada por el comité técnico ISO/TC 176, que pueden ser utilizado como marco de trabajo para la alta dirección guiando a la organización hacia la mejora de su desempeño, dentro de lo que se destacan:

1. Enfoque al cliente: la organización depende de sus clientes, por lo que deben comprender sus necesidades, para poder satisfacerla y esforzarse para poder exceder sus expectativas.
2. Liderazgo: lograr que las personas puedan involucrarse totalmente para lograr los objetivos de la organización.
3. Participación de las personas: son la esencia y su total compromiso posibilita que sus habilidades, se utilicen en beneficio de la organización.
4. Enfoque basado en procesos: los resultados deseados se alcanzan eficientemente, cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como procesos.
5. Enfoque de sistema: identificar, entender y gestionar procesos interrelacionado como un sistema contribuye a la eficacia y eficiencia de la organización en los logros de los objetivos.
6. Mejora continua: objetivo permanente de la organización.
7. Enfoque basado en hechos: basado en el análisis de datos y de la información.
8. Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor: relación interdependiente, mutuamente beneficiosa, aumentando la capacidad de ambos para crear valor

La función mantenimiento en el sector industrial o de los servicios, consiste en un examen y evaluación que se realiza a una entidad para establecer el grado de eficiencia, eficacia y efectividad en la planificación, control y ejecución de los trabajos de mantenimiento y comprobar la observancia de las disposiciones establecidas. El objetivo es verificar la utilización más racional de los recursos y mejorar las actividades y materias examinadas.

Zappala, Cellino, Farinella, and Knezevic (1990) definen el mantenimiento es el conjunto de tareas realizadas por el usuario para mantener la funcionabilidad del sistema durante su vida operativa, este autor no considera otras dimensiones como la ambiental y la de seguridad.

John Woodhouse se refiere a que “es el juego de disciplinas, métodos y procedimientos para optimizar el impacto total de costos, desempeño y exposición al riesgo en la vida del negocio, asociado con la confiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad, el ciclo de vida y la eficiencia y cumpliendo las regulaciones de seguridad, medio ambiente y calidad de los activos físicos de una entidad”, el autor considera las dimensiones que no tuvo en cuenta Knezevic, vinculando otros indicadores como son los antes mencionados. Otra definición es la que propone la “BS PAS 55: 2008 Asset Management”, que plantea que la “Gestión de Activos es un conjunto de actividades y prácticas coordinadas y sistemáticas por medio de las cuales una organización maneja de manera óptima y sustentable sus activos y sistemas de activos, su desempeño, riesgo y gastos a lo largo de sus ciclos de vida, con el fin de lograr su plan estratégico organizacional”, sin embargo ninguno de ellos vinculan el ciclo de vida con la sostenibilidad.

Según la revista RENOVETEC una auditoría es una fotografía instantánea que se toma a una instalación o a un departamento de mantenimiento para verificar una de está dos cosas el estado de una instalación (auditoría técnica) y en segundo lugar la calidad de la gestión de mantenimiento, llamada entonces auditoría de gestión, es esta la que será objeto de estudio de esta investigación.

Las auditorías técnicas, tratan de determinar el estado técnico de una instalación; sin embargo, las auditorias de gestión pueden ser cualitativas o cuantitativas,

Las primeras tratan de establecer si los métodos de trabajo y la gestión que se hace en el departamento es correcta, a partir de una valoración subjetiva (Calificación de una serie de cuestiones de forma subjetiva, a juicio del auditor, la segunda de gestión cuantitativa trata de establecer si los métodos de trabajo y la gestión que se hace en el departamento es la más correcta, pero a partir de indicadores de mantenimiento calculados automáticamente a partir del GMAO.

## 1.2 Fundamentación teórica del objeto de estudio

Según la revista RENOVETEC existen un grupo de actividades a cumplir para la realización de una auditoría, tal como:

1. Identificar si la estructura del personal es adecuada.
2. Identificar problema en el personal: rendimiento, clima laboral, necesidades de formación.
3. Identificar si el plan de mantenimiento está bien planteado.
4. Identificar si el plan cumple las normativas legales.
5. Determinar si la gestión del mantenimiento correctivo es correcta.
6. Identificar si los medios son los adecuados.
7. Estudiar si la gestión de repuesto es correcta.
8. Estudiar si la gestión de la información es correcta y útil.
9. Analizar los resultados

El modelo o patrón a comparar la situación de cualquier organización, se basa en el método de comparación con un modelo de excelencia, para la creación de este modelo se debe tener en cuenta los aspecto clave que deben alcanzarse, fijando estándares de excelencia, de cómo debería ser la gestión ideal de cada esos aspectos, para nuestro caso utilizaremos una de la propuesta planteadas y luego a través de métodos matemáticos multicriterio recalculemos los patrones a o metas a comparar de cada indicador, a través de un cuestionarios o encuesta, para detectar donde es acertada la gestión y donde existen no conformidades.

Las áreas a tener en cuenta para la aplicación de las auditorias de mantenimiento según (García-Peñalvo, 2018) se encuentran:

1. Ingeniería del mantenimiento.
2. Plan de inspecciones.
3. Planificación.
4. Análisis de averías.
5. Gestión de mantenimiento legal.
1. Gestión de la obsolescencia.
2. Diagnóstico.
3. Rutas de operación.
4. Correctivo.
5. Gestión de repuestos.
6. Herramientas y medios técnicos.
7. Recursos humanos en mantenimiento.

8. Mantenimiento contratado y gestión de contratos.
9. Gestión de la prevención.
10. Software de mantenimiento.

Para resolver de forma lingüística este cuestionario se debe de responder alrededor de 120 pregunta o meta, las siguientes:

Tabla 1. Cuestionario de preguntas a resolver.

Personal	12
Plan de mantenimiento	10
Aplicación de técnicas predictivas	5
Mantenimiento contratado y gestión de contratos	5
Gestión de mantenimiento legal	7
Gestión de mantenimiento correctivo	8
Herramientas y medios técnicos	5
Repuestos y consumibles	5
Procedimiento de trabajo	5
Gestión de la información	5
Gestión de prevención	12
Resultados	10

Estas auditorías están relacionadas al tener en cuenta cada indicador a evaluar, tendrán entonces relación con las categorías de consecuencia, debido a que en dependencia del estado del indicador, como por ejemplo estar en un estado de no conformidad, podría llevar a un estado de fallo potencial, contribuyendo entonces a una o varias consecuencia, estas categoría pueden ser: disponibilidad, fiabilidad, costo del mantenimiento, riesgo de grana avería, vida útil de la planta y por supuesto la seguridad en las personas y en los activos.

Existen para las 12 áreas cuatro respuesta a comentar que serán convertida igualmente en cuatro valores lingüístico, como se muestra en la Tabla 2:

Tabla 2. Valores lingüísticos.

0	Si el aspecto estudiado está mal gestionado
1	Si la resolución del aspecto es deficiente
2	Se reserva para aquellos aspecto que no se pueden comprobar
3	Si está resuelto, pero puede ser mejorable
4	Si el punto gestionado está resuelto de forma óptima

La frecuencia de aplicación de estas auditoría de gestión, luego de proponerse los cambios, sugerencias, mejoras continuas, se diseña un plan de acción, que se concilia con las diferentes partes, después de esto se deben realizar auditoría de seguimientos, para comprobar la implementación de los cambios, según García 2018, la frecuencia recomendable es después de una auditoría inicial, realizar cada tres meses una de seguimiento y anualmente una nueva auditoría.

Algo importante a tener en cuenta es la aptitud que debe tener el evaluador, dentro de las que deben estar presente las siguientes: debe ser una persona que conozca bien el entorno de mantenimiento, preferentemente un ingeniero, con al menos un año de experiencia en el mantenimiento industrial, no solo que conozca de calidad, pues no conocerá a fondo sobre las actividades de mantenimiento, conocer además como llevar a cabo una auditoría de gestión, debe ser minucioso y observador, no estar involucrado con el personal del departamento, para garantizar su imparcialidad, constructivo en sus apreciaciones, ect

### **1.3 Sistemas de Gestión Integrados (SGI)**

La calidad y la eficiencia de los procesos de una organización, no debe asociarse a la buena gestión de un proceso aislado, sino al complemento de la gestión integral de dicha organización. ¿Qué espectro debe abarcar la mencionada integralidad?, depende del interés técnico económico, de la estrategia empresarial y de los objetivos que se trace la organización.

Existen varias formas de abordar la integración de los sistemas de gestión, y a todos los efectos este autor ha considerado como mejor método, el enfoque basado en procesos. En interés de alcanzar resultados satisfactorios en el proceso de integración se recomienda la aplicación de la NC PAS 99: 2008 Especificación de requisitos comunes del sistema de gestión como marco para la integración y la consulta de la UNE 66177: 2005 Guía para la integración de los sistemas de gestión, Principios y conceptos básicos del proceso de integración de los sistemas de gestión.

Para auditar y evaluar el estado de la gestión de la calidad en el mantenimiento es necesario trabajar organizadamente, para enfrentar esta tarea se propone utilizar como referencia la NC-ISO 19011:2004 "Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión de la calidad y/o ambiental".

En Cuba no existe una dirección metodológica de cómo enfrentar el proceso de mejora continua en el área de mantenimiento, por lo que se impone establecer las bases generales sobre las cuales se empiece a organizar dicho proceso. Pentón B. en su Tesis

Doctoral (2005) plantea que, si bien es cierto que en Cuba están establecidos los conceptos sobre mantenimiento hospitalario, será necesaria la “reconceptualización” de esta función como parte del mejoramiento, partiendo de su definición y de la ampliación y/o establecimiento de sus objetivos y funciones.

#### **1.4 Metodología para auditar la gestión de la calidad en el mantenimiento.**

Para controlar eficazmente la calidad de cualquier proceso o sistema se deben tener en consideración cuatro aspectos fundamentales: (Figura 2)

1. Entradas
2. Resultados.
3. Mecanismos utilizados para garantizar los resultados.
4. Controles internos que se le ejecutan al proceso.

Los cuatro elementos mostrados no deben escapar al estudio y análisis de cualquier sistema evaluador.



Figura 2. Elementos controlables de todo proceso.

Esta propuesta constituye una metodología que se sustenta en seis etapas, las cuales tienen un orden lógico. En la Figura 3 se muestra el vínculo de cada una de las etapas con sus principales características y salidas. Posteriormente se describe de manera abreviada cada una de estas etapas con de objetivo de exponer los principales elementos y tareas que deben ser acometidas para desarrollar este diagnóstico y evaluación.



Figura 3. Etapas para el diagnóstico y evaluación de la gestión de la calidad en el mantenimiento.

#### Etapas de trabajo.

1. Estudio y familiarización con la organización objeto de estudio.
2. Organización del trabajo.
3. Obtención de la información.
4. Evaluación.
5. Análisis de resultados.
6. Informe final y recomendaciones.

**Estudio y familiarización:** Es un trabajo de terreno que permitirá a los inspectores conocer in situ la instalación de que se trate y su situación real, esta fase es sumamente importante y no se puede pasar por alto ni delegar, ya que a partir de ese conocimiento es que se podrá modelar el cuestionario valorativo y las encuestas a realizar, así como trazar la estrategia y dirección de las acciones.

El estudio y familiarización consiste en hacer un recorrido por la entidad a evaluar y conocer sus áreas productivas o de servicios, sus obreros y técnicos, la gerencia, la tecnología, el equipamiento, los sistemas de garantía de la calidad existentes y toda aquella información que permita conocer por dentro la instalación y sus recursos humanos.

**Organización del trabajo:** La planificación del trabajo tiene una importancia significativa en el empleo racional del tiempo y en el impacto moral ante la organización sujeta a evaluación. La información obtenida en el análisis de los “Presupuestos a tener en



cuenta...”, servirá de base para la elaboración de las encuestas y entrevistas que permitirán personalizar las acciones. Se elabora un Plan de Trabajo y un Cronograma de Ejecución, los cuales se analizan con el Gerente de la organización o su representante y una vez aprobados, son de estricto cumplimiento por todas las partes.

En la Tabla 3 se muestra un ejemplo de un cronograma de ejecución. Esta etapa incluirá la participación del líder del equipo controlador en una reunión con los ejecutivos involucrados, donde se coordinará la participación de los afectados en el cronograma mostrado en la Tabla 3 con la aprobación del Director General o Gerente de la entidad a evaluar. (Se refiere a las áreas o departamentos que interactúan con mantenimiento, pero que no se subordinan a este.)

Tabla 3. Ejemplo de un cronograma de ejecución.

No	Denominación	Marzo 6 - 10	Marzo 13 - 17	Marzo 27 - 31	Abril 3 - 7
1.	Organización.				
2.	RRHH				
3.	Ctrol Económico				
4.	Ingeniería.				
5.	Planificación.				

Firma del Gerente
Firma del Responsable de Auditoría

También se coordinarán y planificarán las tareas de observación de los diferentes procesos que se considere importantes para la obtención de información. Cuando se tenga toda la información mencionada anteriormente, entonces el equipo controlador estará en condiciones de organizar adecuadamente el trabajo y se podrá pasar a la etapa de “Obtención de Información”.

**Obtención de información:** Consiste en desarrollar, a través de la técnica de recolección de información, las entrevistas personales, encuestas, cuestionarios, técnicas de observación y realizar una revisión exhaustiva de documentos (Planes de Trabajo, plan de Mantenimiento Preventivo, Plan de reparaciones, Análisis de costos, histórico de acciones de mantenimiento, etc.), esta etapa brindará la información necesaria para evaluar el estado de la Gestión de la calidad en el Mantenimiento en la instalación.

En esta etapa es esencial la identificación de todas las partes involucradas con la gestión de mantenimiento, es decir, los clientes internos y externos, la manera en que estos se relacionan con el área de mantenimiento y la influencia que tienen sobre la gestión para poder examinar los resultados y cuantificarlos de ser posible. Es importante determinar a su vez cómo influye el mantenimiento en el trabajo de cada una de las áreas del centro.

**Evaluación:** Una vez debidamente organizada y clasificada la información obtenida producto de las encuestas, entrevistas, observaciones, cuestionarios y revisión de documentos, el equipo controlador procederá a evaluar el trabajo.

**Análisis de resultados:** Con los resultados obtenidos a partir de la evaluación de los problemas que presenta la organización se analiza el estado de la Gestión de la Calidad en el Mantenimiento. Se establecen comparaciones con patrones estandarizados de sectores líderes, normativas tanto nacionales como internacionales y si procediera, con la propia organización en etapas anteriores u otras evaluaciones similares.

El cumplimiento de esta etapa es esencial si se considera en toda su magnitud su utilidad práctica, el análisis de los resultados permitirá elaborar un informe final con un cuerpo de recomendaciones que permitirán tomar las medidas que a la postre si se aplican resolverán los problemas detectados en la entidad evaluada.

Los problemas detectados (hallazgos) con sus recomendaciones asociadas se darán en forma de tabla según el formato que se representa en la Tabla 4.

Tabla 4. Modelo para los hallazgos y sus recomendaciones.

CUERPO DE RECOMENDACIONES			
No.	Hallazgo	Recomendaciones	Observaciones

**Informe final y Recomendaciones:** El informe indica, con expresión numérica las áreas que requieren mayor atención, en él se agrupan los puntos débiles, se apuntan las acciones correctivas de manera que sirva de ayuda a los directivos de la organización a establecer sus objetivos y las oportunidades de mejora. Las inspecciones sucesivas o recurrentes posibilitarán el seguimiento y medición de su plan de mejoras. Se entregará dos informes, uno ejecutivo y otro extenso, el primero será una síntesis del segundo destinado para altos ejecutivos que lo puedan requerir, el extenso, como indica su nombre, será detallado y constituirá una verdadera herramienta de trabajo.

En ningún caso el resultado puede ser la sumatoria fría de asignaciones numéricas a cada una de las actividades sin el consiguiente análisis y profundo estudio de cada caso, si es preciso se cruzarán las inspecciones y se tomarán todas las medidas que sean necesarias para lograr una evaluación justa que en realidad sea una fotografía del estado de la Gestión de la Calidad en el Mantenimiento en ese momento, teniendo en cuenta la necesidad de caracterizar el resultado obtenido se propone en el epígrafe El informe final constará de la evaluación cuantitativa de cada una de las funciones que desarrolla la

actividad y de la evaluación general, además del cuerpo de recomendaciones que se dividirá en tres categorías:

**Categoría I.** A esta categoría pertenecen las recomendaciones dirigidas a solucionar desviaciones con respecto a las intenciones del diseño básico o requisitos establecidos en las normas, bases de diseño o similares. (Medidas obligatorias)

**Categoría II.** A esta categoría pertenecen las recomendaciones relacionadas con buenas prácticas en materia de Gestión de la Calidad en el Mantenimiento reconocidas internacionalmente, que pueden tener un impacto significativo para el desarrollo de la actividad.

**Categoría III.** A esta categoría pertenecen las recomendaciones relacionadas con las buenas prácticas en materia de Gestión de la Calidad en el Mantenimiento reconocidas internacionalmente, que pueden tener un impacto directo para mejorar el estado del arte y poder optar por la categoría de Mantenimiento Clase Mundial.

#### **Criterio de Evaluación**

No obstante, la evaluación general producto del control de la actividad, considerando los aspectos cualitativos y cuantitativos correrá con el siguiente criterio:

Cada elemento auditado y evaluado a partir de las respuestas obtenidas en las entrevistas, las observaciones realizadas en las visitas a las instalaciones, los documentos revisados y otros mecanismos de comprobación utilizados, conformarán la evaluación general que tendrá la siguiente estructura:

**Nivel 5 (Excelencia):** La organización está revisando continuamente los sistemas e introduce mejorías. Es reconocida como líder entre las empresas de punta. Es necesario obtener entre 91 y 100 puntos en la evaluación cuantitativa.

**Nivel 4 (Competencia):** La organización ha implementado sistemas y mejoras y mantiene bajo control la gestión de la calidad en el Mantenimiento. Es necesario obtener entre 81 y 90 puntos en la evaluación cuantitativa.

**Nivel 3 (Comprensión):** La organización y los individuos están desarrollando planes de mejoras para los sistemas, los mismos están siendo aplicados gradualmente. Es necesario obtener entre 71 y 80 puntos en la evaluación cuantitativa.

**Nivel 2 (Conciencia):** La organización y los individuos se dan cuenta que las prácticas actuales son inadecuadas y que se imponen cambios para mejorar el sistema. Es necesario obtener entre 60 y 70 puntos en la evaluación cuantitativa.

**Nivel 1 (Inocencia):** La organización no está atenta a las nuevas alternativas existentes. No hay planes para dar el cambio a prácticas actuales y mejora continua. El sistema no

está bajo control. Se establece cuando se obtiene menos de 60 puntos en la evaluación cuantitativa.

### **Evaluación cuantitativa y cualitativa**

La etapa evaluativa comienza cuando se ha cumplido la etapa de obtención de información. La fuente para realizar el análisis es la información, debidamente organizada y clasificada, obtenida a partir de las encuestas, entrevistas, observaciones y revisión de documentos aplicadas. La evaluación tendrá un carácter cualitativo y cuantitativo.

La evaluación cuantitativa consiste en valorar el estado de la gestión de la calidad en el mantenimiento teniendo en cuenta los criterios de auditoría definidos por los expertos.

La evaluación cualitativa se realiza a partir de la elaboración de una matriz DAFO y también puede apoyarse la evaluación en otras técnicas propuestas como la evaluación del resultado de los procesos, la evaluación del efecto de la cadena de mando y la evaluación del costo beneficio de las acciones de mantenimiento sobre los activos, estas últimas constituyen aportes de esta metodología.

## **CAPÍTULO II MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Introducción**

En este capítulo se propone un procedimiento adaptado de Acosta Palmer (2012), profesor del centro de estudio de Ingeniería del mantenimiento de la CUJAE, el aporte fue la inserción de los métodos matemáticos multicriterio, así como los análisis de sensibilidad para conocer el peor y mejor resultado por los diferentes escenarios que se plantea, se demuestra además la robustez de la solución encontrada.

### **2.1 Descripción del objeto de estudio**

Partiendo de los necesarios cambios a producirse en la empresa cubana a la luz de los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución aprobados en el VII Congreso del PCC, en que se plantea que será necesario incrementar sostenidamente y diversificar las exportaciones de bienes y servicios, así como reducir la elevada dependencia importadora con vistas a revertir la situación financiera externa y consecuentemente con los lineamientos 180 y 181, que expresan “Definir una política tecnológica que contribuya a reorientar el desarrollo industrial, que comprenda el control de las tecnologías existentes en el país, a fin de promover su modernización sistemática, observando los principios de la Política medioambiental del país y Desarrollar la industria, priorizando los sectores que dinamizan la economía o contribuyen a su transformación estructural, avanzando en la modernización, desarrollo tecnológico y elevando su respuesta a las demandas de la economía.”

La Empresa Mecánica "Héroes del 26 de Julio" surge como resultado de la fusión de empresas de la rama metal mecánica y de construcción de maquinarias, ubicadas en varios municipios de la Provincia de Holguín, todas pertenecientes Al OSDE GESIME (Grupo Empresarial de la Industria Sidero Mecánica), del Ministerio de Industrias. Por la resolución 307/2014 del presidente del OSDE GESIME. Y su estructura organizativa se describe en la Figura 4.

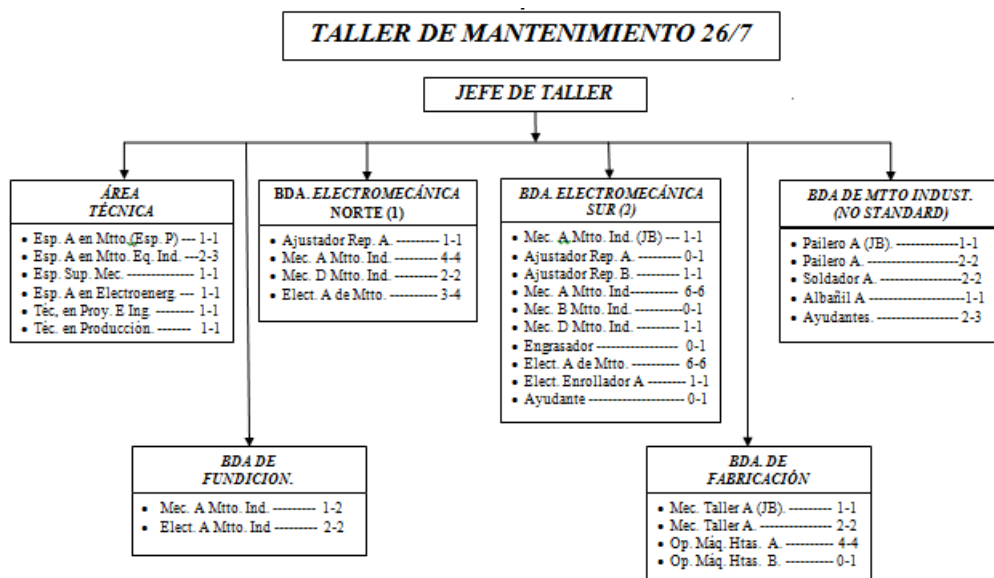


Figura 4. Estructura organizativa de La Empresa Mecánica "Héroes del 26 de Julio". Cuenta con un total de 1 002 trabajadores de ellos 174 mujeres representando 21.4 % de la fuerza femenina, como se muestra en la Figura 5.

Categorías	Aprobada	Cubierta
<b>Cuadros</b>	<b>18</b>	<b>18</b>
<b>Técnicos</b>	<b>271</b>	<b>247</b>
<b>Administrativos</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Servicios</b>	<b>64</b>	<b>61</b>
<b>Operarios</b>	<b>512</b>	<b>431</b>
<b>Total</b>	<b>866</b>	<b>760</b>
<b>Por Nivel de Escolaridad</b>		<b>760</b>
Hasta 9no. Grado		124
Obreros Calificados		153
Hasta 12no. Grado		112
Técnicos Medio Superior		223
Enseñanza Superior		148
<b>Por Rango de edades</b>		<b>760</b>
Hasta 25 años		75
De 26 a 35		90
De 36 a 45		80
De 46 a 55		188
Más de 55 años		327

Figura 5. Categorías de los trabajadores de la Empresa Mecánica "Héroes del 26 de Julio".

El mayor protagonismo lo constituye los hombres que representan el 78.6 % del total de trabajadores, cuestión razonable por tratarse de una empresa mecánica, donde las mujeres ocupan el 21.4 %.

La Empresa Mecánica "Héroes del 26 de Julio" con personalidad jurídica y patrimonio propio, con domicilio social en Camino a Fundición No. 1 e/ carretera a San Germán y Final en la Ciudad de Holguín, integrada por las Unidades Empresariales de Base, Fábrica de Equipos e Implementos Agrícolas "26 de Julio"; Producciones Mecánicas

Banes y Motores Eléctricos TAUBA, creadas por las Resoluciones No. 584, 585, 587 de fecha 1 de julio del 2015 respectivamente. El objeto social de la empresa es:

- ✓ Producir, reparar, reconvertir y comercializar máquinas e implementos para la agricultura y la industria, remolques y semirremolques de diversos usos, piezas fundidas, motores y equipamientos eléctricos, así como sus partes, piezas, componentes y accesorios.
- ✓ Ejecutar proyectos de innovación desarrollo y diseño de maquinarias.
- ✓ Prestar servicios de post-venta, montaje y puesta en marcha de los equipos y medios que comercializa.

### **Principales proveedores y sus productos**

La empresa cuenta con una alta gama de proveedores, los cuales facilitan las materias primas y materiales necesarios en el proceso productivo. Se destacan principalmente las importadoras: ACINOX Comercial, Comercial DIVEP, Bk Import/Export, Azuimport; las cuales cuentan con una variada y prestigiosa cartera de suministradores internacionales. Para complementar las materias primas y darle respuesta a la sustitución de importaciones contamos con empresas como: Oleohidráulica Cienfuegos, EMNI Moa, Gases Holguín, CIMEX, CUPET, CUBALUB. En el Anexo No.3 se relacionan las principales entradas y sus proveedores.

### **Principales productos y clientes**

La organización cuenta con una cartera de productos y servicios muy variada, de los cuales algunos productos cuentan con su prestigio fuera del país y otros de mucha importancia para la organización están siendo objeto de procesos de innovación en la República Popular de China. Una amplia variedad de productos conforma la cartera:

- Implementos agrícolas
- Elementos de corte (discos agrícolas y cuchillas)
- Remolques agrícolas
- Motores eléctricos
- Reparación de Motores eléctricos
- Reparación de remolques, semirremolques, cama de camión, contenedor autocarga
- Piezas de repuesto de implementos agrícolas y de transporte automotor
- Equipos agrícolas
- Estructuras metálicas
- Servicios de arrendamiento de equipos y espacios

Como principales clientes se tienen:

- Grupo AZCUBA
- MINAG
- UERMP
- MITRANS
- SALUD PUBLICA
- ENTIDADES DE GOBIERNO LOCAL

La empresa tiene definida su identidad visual, conformada por atributos que caracterizan la institución y que sus directivos han elegido comunicar con vista a conformar la Imagen en el público son:

- Empresa adulta, calificada y profesional
- Autónoma, Dinámica (en movimiento y avance)
- Innovadora, fuerte, ágil, rápida, eficaz, eficiente.
- Humana, responsable, con alto sentido de pertenencia.
- Rasgos de estilo
- Dinamismo, fortaleza, movimiento cohesión y simplicidad de la forma.
- Desarrollo de composiciones naturales (Composiciones Orgánicas)
- Empleo de colores asociados a la naturaleza (Campo y tierra). Gama de verdes y ocres.

Se asumió como premisa conceptual establecer dos palabras claves (Holguín y Mecánica); de la primera se tomó la sílaba inicial Hol para referenciar el territorio donde está enclavada la empresa; de la segunda palabra se tomaron las dos primeras sílabas meca para dejar establecido el vínculo con este tipo de industria, y de paso ofrecer un nuevo concepto meca.

La palabra meca según el diccionario es “Lugar considerado el centro de mayor importancia o desarrollo de una actividad económica, social o artística”; con este significado la institución se dota de una de simbolismos que a su vez generan una cadena de connotaciones, que son favorables a nuestro propósito de llevar a la mente del público la idea de una institución que es el centro o médula de las producciones mecánicas, donde se puede lograr cualquier tipo de maquinaria ya sea agrícola o industrial; así mismo demuestra agilidad, eficiencia, servicios de excelencia, personal técnico calificado y confiabilidad, requisitos indispensables para que la empresa logre imponerse en el mercado.

Con la combinación de estas palabras se logra un acrónimo que deviene nombre comercial holmeca, con el cual se logra transmitir la esencia del concepto de la empresa. Fonéticamente, holmeca hace alusión a olmeca "cultura madre" de Mesoamérica, lo cual



nos brinda cierta alegoría con esta ancestral cultura y hace que la institución parezca tener una larga historia en el mercado. Holmecca es un nombre relativamente corto y fonéticamente agradable; cualidades que le permiten una fácil pronunciación. El diseño se genera a partir de un paisaje natural donde sobresalen dos elementos, el sol y un Campo arado; el primero sugiere un fragmento de una rueda dentada en franca alegoría a la esencia de la empresa.

En el segundo elemento, salta a la vista un gavilán. Esta ave que su hábitat natural son los bosques (subtropical-tropical) secos y húmedos se puede encontrar en cualquier parte del territorio nacional, se ha visto mayormente en las cercanías de Casilda, provincia Sancti Spíritus y en Gibara, provincia Holguín; tiene algunas subespecies que son endémicas de nuestro país, como el Gavilán caguarero (guaraguao) y el Gavilán Batista (Black Hawk).

El gavilán común puede indicar, según dicen (Chitarroni, 2020), la energía y la voluntad, la preeminencia, la sublimidad y la humildad. En la antigüedad se servían de los gavilanes para indicar el sol y el viento por su vista perspicaz y por su vuelo rápido; de movimientos que conducen tan pronto arriba, tan pronto abajo. Posee una serie de características, que comparte con a la empresa:

### **MISIÓN**

Producir y comercializar para la agricultura, la industria y otros actores de la Economía cubana maquinarias e implementos agrícolas, equipos industriales, motores eléctricos, estructuras metálicas y piezas de repuesto, así como una variada gama de servicios, avalados por las normas ISO9001: 2015, las nuevas tecnologías, y apoyados en un capital humano de experiencia, lo que permite mantener el liderazgo en el mercado nacional y la presencia en el mercado exterior.

### **VISION**

Líder en el mercado de Cuba, contribuimos al desarrollo sostenible de la agricultura y otros actores de la Economía, capaces de satisfacer necesidades del mercado regional, con profesionalidad, calidad y precios competitivos.

### **LOS VALORES Y MODOS DE ACTUACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN**

Se asumen los valores que a continuación se relacionan, que forman parte de los aprobados en consulta con los trabajadores y el consejo de dirección de la empresa.

- ✓ Sentido de pertenencia
- ✓ Trabajo en equipo
- ✓ Profesionalidad

✓ Compromiso

✓ Eficiencia

### **SENTIDO DE PERTENENCIA**

Es el comprometimiento de cada trabajador para con el centro, es el reconocimiento de la institución, la defensa de sus intereses, el amor por ella, la entrega individual y la búsqueda constante por el mejoramiento y el buen hacer de la institución.

### **MODOS DE ACTUACIÓN**

- Estar comprometido y consagrado con las tareas asignadas
- Exigir y asumir, a partir del ejemplo, el cumplimiento de lo establecido
- Desarrollar sus funciones con disciplina, racionalidad económica y eficiencia, preservando siempre el medio ambiente.

### **TRABAJO EN EQUIPO**

Es el grado de compromiso y desarrollo de actividades para el logro de los resultados de la organización, es un grupo de trabajadores que pone en función sus habilidades individuales al servicio de las capacidades grupales, concibe las soluciones que le permitan al cliente optimizar su desempeño.

### **PROFESIONALIDAD**

Se expresa en el ejercicio del cargo-profesión con capacidad, eficacia y responsabilidad social, adquirida a partir de la preparación, actualización y experiencia en su campo de actuación. Se manifiesta en la consagración a su trabajo y la calidad en el servicio que presta.

### **COMPROMISO**

Es dedicarse con todas las fuerzas y responsabilidad a la tarea que se acometa, ser exigente con uno mismo en el cumplimiento de los deberes laborales.

### **EFICIENCIA**

Es la capacidad de hacer las cosas bien, para lograr un objetivo a fin de satisfacer todas las necesidades que el producto pueda ofrecer; es decir que es aquel talento o destreza de disponer de algo o alguien en particular con el objeto de conseguir un dado propósito valiéndose de pocos recursos, por ende, hace referencia, en un sentido general, a los medios utilizados y a los resultados alcanzados.

### **Modos de actuación:**

- Exigir en todo momento por la calidad de las producciones o servicios que se realizan.
- Lograr los compromisos en las fechas pactadas.

- Utilización racional de los recursos que se disponen.
- Cumplimiento cabal de las normas de consumo de cada producto.
- El saber dividir la empresa en áreas de negocios, o lo que es lo mismo, descomponerla según ciertos segmentos estratégicos hará de esta una entidad con múltiples opciones de rentabilidad, oportunidades y crecimiento.
- La finalidad principal de la segmentación estratégica es definir las unidades estratégicas de negocios y poner de relieve los diferentes campos de batalla competitiva a una escala adecuada, creándose una unidad de análisis en la que pueda fundamentar mejor el pensamiento y actitud estratégica.

#### **Las Unidades estratégicas de Negocio son:**

1. La Empresa Mecánica “Héroes del 26 de Julio”: Dedicada a la producción de equipos e implementos agrícolas, sus partes y piezas de repuesto
2. UEB Producciones Mecánicas Banes: Dedicada a las producciones mecánicas y fabricación de remolques.
3. UEB Fábrica de Motores Eléctricos TAUBA: Dedicada a la reparación de motores eléctricos, elaboración de tejas acanaladas y otros servicios de montajes de estructuras.

Luego de conocer la estructura de la empresa y la UEB, se procede a caracterizar el taller de mantenimiento el cual es el objeto de estudio de esta investigación.

Este taller está compuesto por los siguientes medios para la realización del servicio.

Tabla 5. Activos fijos tangibles que tiene el taller.

<b>No</b>	<b>Denominación</b>	<b>Modelo</b>	<b>Código</b>	<b>Inventario</b>	<b>Observaciones</b>
1	Torno Universal	CU 502	1.01.1 115	3413	
2	Torno Universal	CU 502	1.01.1 118	3418	
3	Torno Universal	CU502	1.01.1.190	13357	
4	Torno Universal	C13B	1.01.1.201	3430	
5	Torno Vertical	1516	1.01.4.106	3432	
6	Taladro Radial	2M55	1.02.1 76	2539	
7	Taladro de mesa	PN161	1.02.2.88	4656	Está en CNC
8	Taladro de Mesa	PN-161	1.02.2.90	2655	
9	Taladro de Mesa	PN-161	1.02,2.130	8515	No Standard
10	Taladro de Mesa	PN-161	1.02,2.137	4029	
11	Taladro Columna	PK031	1.02.2.68	2593	

12	Mandrinadora	2620Г	1.03.1.23	3433	
13	Afiladora universal	WS	1.08.2.105	11858	
15	Afiladora bilateral	ZD001	1.08.3.106	8557	
16	Fresadora universal	FU321	FMT-31	2524	
17	Fresadora universal	FU-251	FMT-30	2529	
18	Fresadora súper universal	6T83Ш-1	FMT-32	14930	
19	Talladora	53A80H	1.04.9 118	2505	
20	Cepillo	HD-12-B	1.05.1.27	2544	
21	Mortajadora	7A-420	1.05.3.26	2509	
22	Segueta Hidráulica	OH164	1.12.1.36	7362	
23	Cizalla de Guillotina.	HD-3314	2.03.100.106	349	No Standard
24	Grúa Subcolgada (0,5 Ton).	KMEE	7.3.4.24	3506	
25	Grúa Subcolgada (3,2 Ton).	KMEE	7.3.4.25	3507	
26	Grúa Monorraíl (2,0 Ton).	N10514	7.6.4.12	14884	
27	Máquina bobinadora	MTT-20	9-02	3582	
28	Cámara de secado	---	HE-6-12-9	3598	
29	Horno Eléctrico	IP20	---	13830	
30	Máquina de Sellos	---	1.1	10237	
31	Máquina de soldar	BDY-505	ES-221	14876	No Standard
32	Máquina de soldar	BDY-306	ES-224	3531	No Standard

33	Máquina de soldar	BDY-505	ES-219	15423	No Standard
34	Aire acond. (S. Téc.)	LG	AA-61	11825	
35	Aire acond. (Jefe Taller).	LG	AA-60	11824	
36	Rieles de Grúa	---	No. 12	---	
37	Rieles de Grúa	---	No. 24	---	
38	Rieles de Grúa	---	No. 25	---	
39	Sistema de pararrayos	Mtto-Htal	---	---	
41	Hidrante	No. 22	---	---	
42	Pizarra de Fuerza	TC3	127	3464	
43	Pizarra de Fuerza	TC-8	8-126	3441	
44	Pizarra de Fuerza	TC-11	11-115	2543	
45	Pizarra de Fuerza	TC-16	16-114	14812	
46	Pizarra Alumbrado	TO3	3-122	2538	
47	Pizarra Alumbrado	TO-3	---	2617	
48	Pizarra de alumbrado (Calderas)	TO	TO	8649	
49	Caja Eléct. Troles Grúa	---	---	3465	
50	Caja Eléct. Troles Grúa	---	---	3440	
51	Caja Eléct. Troles Grúa	---	---	2550	
52	Pizarra de Fuerza	PTC/1	PT	18503	
53	Pizarra de Fuerza	TC-1	TC	8183	
Total	53	---	---	---	

Una de las principales máquinas herramientas a las que se le realiza los trabajos de reparación y mantenimiento son los tornos universales, a continuación, damos a conocer el volumen de trabajo a realizar en la misma.

## **CONTENIDO DE TRABAJO PARA LA REPARACION Y LOS SERVICIOS**

**NOMBRE DEL EQUIPO TIPO DE TRABAJO: Fregado.**

**Tornos Univ. y de mesa. MODELO: CU502, C13MB, C13B, C13, 1M63, C8M, C11MB, CP403, 16K20, 16T02P, DH250, 16A20 y MN80A.**

### **PUNTOS A EJECUTAR.**

1. Lavar los depósitos y rebosadores de decantación.
2. Cambiar juntas si es necesario.
3. Lavar los orificios de engrase y los depósitos de lubricantes.
4. Limpiar y revisar los conductos de lubricantes y los sistemas de lubricación.
5. Lubricar los depósitos, cajas y orificios.
6. Limpieza general de la máquina.
7. En los equipos por coordenadas se lavarán los sistemas ópticos y los filtros.
8. Secar con material que no suelte hilos o partículas extrañas.
9. Montaje de los mecanismos desarmados.

**Para el servicio técnico, las siguientes operaciones.**

### **PUNTOS A EJECUTAR.**

1. Preguntar al operario sobre las condiciones de funcionamiento de la máquina.
2. Puesta en marcha del equipo en vacío, comprobándolo en todas las velocidades y avances para detectar ruidos, vibraciones, calentamientos, salideros de aceite o refrigerante, etc.
3. Revisar los elementos de unión y fijación como tornillos, tuercas, pasadores, presillas, etc. Sustituir los defectuosos.
4. Chequear el sistema de lubricación, cambiar las copillas si es necesario, destupir los conductos, limpiar filtros.
5. Chequear el sistema refrigerante, ver el estado del líquido refrigerante, destupir conductos, limpiar filtros.
6. Chequear si funcionan correctamente las palancas para el cambio de las velocidades y avances.
7. Reparación de cualquier tipo de averías que se produzcan en la máquina.
8. Comprobación de la máquina en vacío en todas las velocidades y avances.
9. Limpieza del equipo.
10. Entregar a producción.

11. Chequear el estado de las poleas, su alineación, así como su nivelación, Ajustar chavetas y prisioneros si fuera necesario, chequear además el estado de las correas, su tensión y el estado físico.

## **2.2 Propuesta del procedimiento para la resolución del problema**

El procedimiento está compuesto de varias etapas de trabajo como se muestra a continuación

### **Etapas de trabajo**

1. Estudio y familiarización de la organización objeto de estudio.
2. Organización del trabajo.
3. Obtención de la información.
4. Evaluación cuantitativa y cualitativa.
5. Introducción de los métodos matemáticos multicriterio para la nueva propuesta de pesos a las áreas funcionales
6. Análisis de resultados.
7. Informe final y recomendaciones.

### **Descripción de las etapas de trabajo:**

**Estudio y familiarización:** es un trabajo de terreno que permitirá a los inspectores conocer in situ la instalación y su situación real, esta fase es sumamente importante y no se puede pasar por alto ni delegar, ya que a partir de ese conocimiento es que se podrá modelar el cuestionario valorativo y las encuestas a realizar, así como trazar la estrategia y dirección de las acciones.

**Organización del trabajo:** la planificación del trabajo tiene una importancia significativa en el empleo racional del tiempo y en el impacto moral ante la organización sujeta a evaluación. Se elabora un Plan de Trabajo y un Cronograma de Ejecución, los cuales se analizan con el Gerente de la organización o su representante y, una vez aprobados, son de estricto cumplimiento por todas las partes.

**Obtención de información:** consiste en desarrollar, a través de la técnica de recolección de información, las entrevistas personales, encuestas, comprobaciones, observaciones y revisión exhaustiva de documentos (Planes de Trabajo, plan de Mantenimiento Preventivo, Plan de reparaciones, Análisis de costos, etc.). Esta etapa brindará la información necesaria para evaluar el estado de la Gestión de Mantenimiento en la instalación.

**Evaluación cuantitativa y cualitativa:** una vez, debidamente organizada y clasificada la información obtenida producto de las encuestas, entrevistas, observaciones y revisión

de documentos, el equipo controlador procederá a evaluar el trabajo, tanto cuantitativa como cualitativamente.

**Introducción de Métodos Matemáticos Multicriterio (AHP):** se utilizarán los métodos matemáticos para la nueva ponderación de cada área de funcionales, siendo esta nuestra nueva meta, estableciéndose un nivel de comparación con la meta o patrón evaluado en las dos corridas.

**Análisis de resultados:** con los resultados obtenidos a partir de la evaluación de los problemas que presenta la organización se analiza el estado de la Gestión de Mantenimiento. Se establece comparaciones con patrones estandarizados de sectores líderes, normativas tanto nacionales como internacionales y si procediera, con la propia organización en etapas anteriores u otras evaluaciones similares.

**Informe final y Recomendaciones:** el informe indica, con expresión numérica, las áreas que requieren mayor atención, en él se agrupan los puntos débiles, se apuntan las acciones correctivas de manera que sirva de ayuda a los directivos de la organización a establecer sus objetivos y las oportunidades de mejora. Las inspecciones sucesivas o recurrentes posibilitarán el seguimiento y medición de su plan de mejoras.

El diseño del plan de la auditoría debe ser un elemento indispensable debiendo contener los siguientes elementos: los objetivos de la auditoría; los criterios de auditoría y los documentos de referencia; el alcance de la auditoría, incluyendo la identificación de las unidades de la organización y unidades funcionales y los procesos que van a evaluarse; las fechas y lugares donde se van a realizar las actividades de la auditoría in situ; la hora y la duración estimadas de las actividades de la auditoría in situ, incluyendo las reuniones con la dirección del auditado y las reuniones del equipo auditor; las funciones y responsabilidades de los miembros del equipo auditor y de los acompañantes; la asignación de los recursos necesarios a las áreas críticas de la auditoría.

### **Evaluación cuantitativa**

La evaluación cuantitativa impone hacer un alto para escrutar en lo más profundo de tal manera que permita identificar las deficiencias e insuficiencias que frenan el desarrollo de la actividad. Para convertir estas debilidades en oportunidades de mejora, primero hay que estar convencidos de ellas y no hay mejor instrumento que una evaluación cuantitativa en que la causalidad es un concepto objetivo y la casualidad no funciona como argumento holístico.

**Modelo matemático propuesto** para la evaluación cuantitativa. En la Tabla 6 se muestra un ejemplo de las áreas de actuación y su desglose en dependencia de las características de la institución, esta propuesta no constituye una regla es solo un



ejemplo, debe ser modificada convenientemente según sea el caso, utilizando un método de expertos.

En la Tabla 6 se muestra una propuesta de modelo que facilita la operación de cálculo. En la columna A de la Tabla 6 se ponderan sobre 100 la importancia y repercusión relativas de cada área respecto al total de la gestión de mantenimiento.

$$D = \frac{B \times C}{10} \quad 2.1$$

$$E = \frac{A \times D}{100} \quad 2.2$$

**Ponderación de funciones.**

En la columna B de la Tabla 6 se ponderan sobre 100 las funciones dentro de cada área según su importancia y repercusión relativas.

**Tratamiento de Datos.**

A continuación, se operan los datos de las columnas A, B y C en las columnas D y E según se indica en los respectivos encabezamientos de cada columna. Expresiones 2.1 y 2.2 Los valores de la columna C se obtienen calculando el porciento de cumplimiento de los componentes de cada función, para ello se tiene en cuenta la calificación obtenida y el patrón propuesto por la “VALORACIÓN CUANTITATIVA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO”. Por ejemplo, un área de actuación que tenga 4 componentes y en cada uno de ellos se puede obtener cómo máximo 5 puntos, significa que el 100 % es 20, si la calificación real suma 18 puntos, entonces se calcula el porciento de cumplimiento que sería 85 %, como la columna C presenta una escala de uno a diez, donde 1 es pésimo y 10 es excelente, entonces el porciento obtenido se divide entre diez y ese es el valor que se coloca en la columna C.

Tabla 6. Ponderaciones de funciones de cada área de actuación y sus funciones. Fuente: Fabrés, J.L. Auditoria de Gestión de Mantenimiento. Revista Mantenimiento, Chile, No.6, 1991.

A	Áreas de Actuación	B	C										D	E
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
25	Organización General	100												
	Política	20												
	Informática	10												
	Reportes	40												
	Almacenes	30												

**Análisis de resultados de la Tabla 6**

Con las valoraciones obtenidas para cada área en la columna D y del total final de la columna E de la Tabla 6 se tiene una medición en expresiones numéricas del resultado

de la auditoría. Estas calificaciones constituyen su análisis espectral y pueden servir tanto para identificar áreas y funciones de mejora como para comparar resultados con sucesivas auditorías. En la Tabla 7 se muestra un ejemplo de cómo se refleja el resultado de cada Área de Actuación en el informe final y en la Figura 6, se muestra tal como se refleja el resultado graficado de cada área de actuación.

Tabla 7. Ejemplo de un área de actuación después de evaluada.

Valor del Área (A)	Área de Actuación/Funciones	% Ponderaciones (B)	Calificación de cada Función	% Calificación Áreas $D=B \cdot C/10$	% Calificación Mantenimiento $E=A \cdot D/100$
9	Organización General del Mantenimiento	100	-	-	6.38
	1. Política general	15	9	13.50	Bien
	2. Medios informáticos	36	4	14.40	Mal
	3. Informes y reportes	15	6	9.00	Regular
	4. Almacenes	34	10	34.00	Excelente

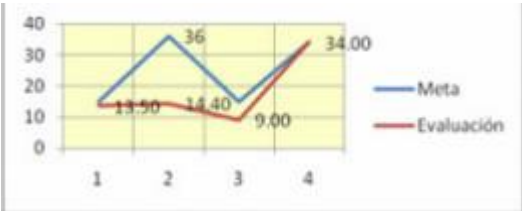


Figura 6. Gráfico del resultado de la evaluación de un área de actuación.

**Definición de las áreas de actuación, sus funciones y sus respectivos pesos.**

Según Acosta-Palmer and Troncoso-Fleitas (2011) encontró más apropiado para la definición de los pesos, el método Delphi, el método consiste en la selección de un grupo de expertos a los que se les pregunta su opinión sobre cuestiones referidas a aspectos de su competencia. Las estimaciones de los expertos se realizan en sucesivas rondas, anónimas, al objeto de tratar de conseguir consenso, pero con la máxima autonomía por parte de los participantes.

Linston y Turrof definen la técnica Delphi como un método de estructuración de un proceso de comunicación grupal que es efectivo a la hora de permitir a un grupo de individuos, como un todo, tratar un problema complejo. Este método es uno de tantos de los que se puede aplicar, lo importante es que la decisión de cuáles serán las áreas de actuación, sus respectivas funciones y el peso correspondiente a cada área y a cada función debe ser tomado teniendo en cuenta la opinión de los expertos en cada lugar. A continuación, en la Tabla 8, se presentan de manera sucinta una descripción de cada una de las áreas de actuación que integran la función mantenimiento y las funciones asociadas a cada una de ellas.

Tabla 8. Ejemplo de áreas de actuación y funciones de la Gestión de Mantenimiento.

ÁREAS DE ACTUACIÓN	FUNCIONES
Organización General	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Política</li> <li>• Informática</li> <li>• Informes</li> <li>• Almacenes</li> </ul>
Recursos Humanos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitación</li> <li>• Entrenamiento</li> <li>• Estimulación</li> </ul>
Control Económico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costos</li> <li>• Indicadores económicos</li> <li>• Presupuesto</li> <li>• Plan Económico</li> </ul>
Planificación, Programación y Control	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planificación</li> <li>• Programación</li> <li>• Control</li> <li>• Ordenes de Trabajo</li> <li>• Tercerización</li> </ul>
Ingeniería de Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento Preventivo</li> <li>• Tecnologías</li> <li>• Documentación</li> <li>• Calidad</li> <li>• Medioambiente</li> <li>• Seguridad</li> </ul>

### **Organización general del mantenimiento**

Como toda área de la empresa, mantenimiento también debe de tener una organización formal, con la adecuada descripción de funciones y la consiguiente asignación y control de las responsabilidades de cada puesto. Así mismo debe ocupar un lugar de primer orden en la estructura organizativa y de mando de la empresa u organización. Debe de existir entre el personal una actitud de esfuerzo y orgullo en la consecución de los objetivos organizacionales. Se evaluará con mucho peso la utilización adecuada y eficiente del software que a ese efecto existe y si no está implantado ninguno se analizarán las causas.

Estar continuamente informado de la gestión que se realiza y sus resultados para darla a conocer a los niveles superiores y a todas las partes involucradas son fundamentales para la toma de decisiones adecuadas.

Es también una forma de hacer públicos los avances y problemas que enfrenta el área de mantenimiento, así como los esfuerzos que se realizan por superar los primeros y erradicar los segundos. La información que se elabore debe ser útil y veraz, que permita conocer la situación y el estado de las edificaciones, sistemas y equipos, que permita tomar decisiones correctas y adecuadas, debe ser concreta y clara con gran poder de síntesis.

### **Recursos humanos.**

Es indiscutible en el Mantenimiento Clase Mundial la necesidad del entrenamiento, capacitación y formación continua de los recursos humanos, pues es una forma de obtener el rendimiento esperado de la maquinaria que se debe de atender, así como el dominio de sistemas modernos para su implantación y su adecuada explotación. La

utilización eficiente de estas oportunidades incrementará el conocimiento tácito de la organización.

Este entrenamiento y/o capacitación debe de ser considerado como un plan formal, en donde el avance en las destrezas sea adecuadamente controlado y conduzca a mayores responsabilidades y oportunidades de desarrollo del personal.

### **Ingeniería**

Las ingenierías cubren los aspectos más técnicos que habitualmente deben existir en un área de mantenimiento para poder desarrollar sus cometidos principales.

- Se valoran las edificaciones, instalaciones, equipos y maquinarias existentes, analizándolo desde el punto de vista de las necesidades de mantenimiento, calidad, mantenibilidad, fiabilidad, etc.
- Se analizará la cantidad y calidad de la documentación técnica disponible: planos generales y de detalle, normas e instrucciones de los fabricantes, listas de recambios de cada máquina o instalación, etc.
- Se trata de valorar la existencia o no del Expediente Histórico de cada equipo donde, además de indicar las características del mismo, se disponga de las principales modificaciones que se le han realizado, averías, principales incidencias, así como los costos anuales de Mantenimiento.
- Se ha de valorar también si existe por parte de la Dirección de Mantenimiento el criterio de que a través del análisis sistematizado de las averías más frecuentes o crónicas puedan obtenerse propuestas para su eliminación.
- Tener en cuenta si las ejecuciones de los trabajos de mantenimiento se realizan de forma totalmente rutinaria o bien partiendo de su análisis y dando instrucciones detalladas a los operarios, indicando herramientas a utilizar, etc.
- Se valorará si la duración promedio de los trabajos es más o menos correcta y lógicamente la actividad del personal que realiza los mismos.
- Se valorará el cumplimiento de los plazos comprometidos, así como su control y métodos para definir los mismos. Se tendrá en cuenta si se registran los incumplimientos y las medidas que se toman en estos casos
- Una política de eficiente realización de los trabajos de mantenimiento debe reportar, entre otros beneficios, una disminución progresiva de las averías, así como una visible mejora de las instalaciones y su valoración tiene un importante peso específico en la evaluación general.

- Se valorará si funciona un Comité de Calidad o en su defecto como se mide la misma, cómo se registran las insatisfacciones de los clientes, cómo afecta a los trabajadores directos la no calidad de su trabajo.
- Se calificará la correcta relación entre el plazo, el costo y la calidad de las acciones que realiza el área de mantenimiento para conseguir los resultados adecuados y el grado de satisfacción que necesita el cliente.
- Los sistemas de mantenimiento preventivo ayudan a mantener altos estándares de calidad y a crear y consolidar un pensamiento preventivo tanto en el personal de mantenimiento como en el de operación, por tanto, es preciso conocer a qué nivel está esta actividad. También se tendrá en cuenta la filosofía que sustenta el trabajo en este sentido, o sea, el lugar que ocupa en realidad el manejo proactivo de los planes y su concepción práctica. Debe incluirse en la calificación de este apartado todos los aspectos relacionados con el mantenimiento preventivo y las inspecciones, instrucciones técnicas, programas, planes, etc

### **Planificación, programación y control**

El Plan de Mantenimiento anual es un documento primario de excepcional importancia debido que, a partir del mismo, se asignan los recursos materiales y humanos que posibilitarán su cumplimiento. Es imprescindible una adecuada programación de ese plan que responda a las condiciones reales de la organización, con las respectivas coordinaciones de todas las partes involucradas.

La Orden de Trabajo es un documento formalmente aceptado a nivel mundial en la organización del mantenimiento. Su importancia radica en el hecho de que es la fuente principal para obtener gran cantidad de información sobre el desempeño del departamento de mantenimiento.

En la tercerización se recogerán los aspectos que se han de analizar para poder valorar la contratación de trabajos de Mantenimiento que no se pueden ejecutar con medios propios.

Existe la tendencia a la especialización de entidades dedicadas por completo a mantener y reparar los sistemas más complejos que requieren personal especialmente calificado y herramientas y equipos especiales. La correcta y oportuna contratación de estos servicios es importante para garantizar una disponibilidad efectiva.

### **Control económico**

Los objetivos fundamentales del Control Económico son entre otros, evaluar el control de la actividad administrativa y sus resultados, prevenir el uso indebido de recursos y propender a su correcta protección, examinar las operaciones contables y financieras y

la aplicación de las correspondientes disposiciones legales, esto permite el fortalecimiento de la disciplina administrativa, económica y tecnológica. En el área de mantenimiento esto se traduce en cumplimentar estrictamente las disposiciones que a tal efecto se han establecido.

No es posible pasar por alto la elaboración del Plan de mantenimiento anual desde la concepción del presupuesto hasta su aprobación definitiva y la participación real del área de mantenimiento en esta importantísima etapa.

Luego de concluir esta parte del procedimiento y como antes se había declarado, se introducen los métodos matemáticos multicriterio para la una nueva evaluación lingüística, convocando nuevamente a los expertos, por lo que se utilizó el método Análisis Jerárquico de Procesos (AHP), con el objetivo de encontrar nuevas ponderaciones y comparar con los propuesto (Acosta-Palmer & Troncoso-Fleitas, 2011).

La jerarquía Saaty como modelo quedaría de la siguiente forma, Figura 7:

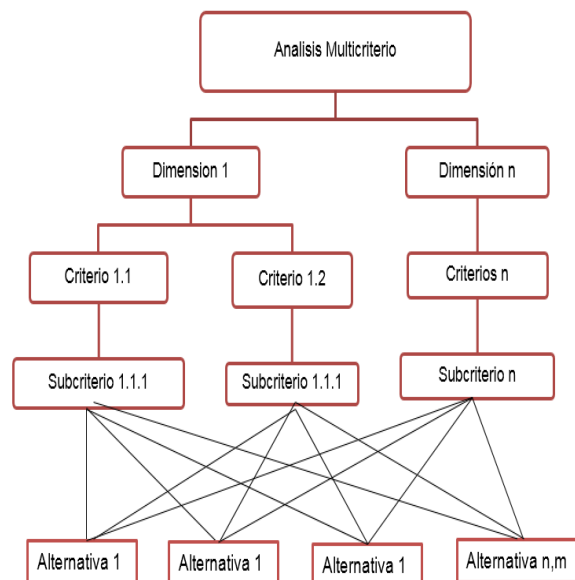


Figura 7. Jerarquía Saaty.

La evaluación de cada dimensión en busca del peso o ponderación para evaluar cada alternativa, donde se aplicó la escala Saaty, Figura 7, obtenemos los siguientes resultados, Tabla 9

Tabla 9. Escala Saaty.

w <sub>i</sub> /w <sub>j</sub>	DEFINICIÓN	EXPLICACIÓN
1	Igual	Am <del>os</del> os criterios se consideran <i>igualmente importantes</i> .
3	Moderada	El criterio i es <i>ligeramente más importante</i> que el criterio j.
5	Fuerte	El criterio i es <i>fuertemente más importante</i> que el criterio j.
7	Muy fuerte o demostrada	El criterio i es <i>mucho más importante</i> que el criterio j.
9	Extrema	El criterio i es <i>incuestionablemente más importante</i> que el criterio j.
2,4,6,8	Valores intermedios	Valores intermedios

Y previamente se define el índice de consistencia,  $IC = (\lambda_{max} - n) / (n-1)$  y la relación de consistencia,  $RC = IC / RI$ ; donde RI es un promedio de los índices de consistencia de una gran muestra de matrices cuyas entradas se escogen de forma aleatoria. Saaty [1986] obtuvo los siguientes resultados para RI.

Tabla 10. Resultados para RI

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

La experiencia [Saaty, 2006a; Saaty, 2005a] sugiere que la relación de consistencia debe ser menor a 0.1 para que los resultados sean confiables.

	Dimensiones	Metas	D1	D2	D3	D4	D5
D1	<b>Organización general del mantenimiento.</b>	<b>18</b>	1	D12	D13	D14	D15
D2	<b>Recursos humanos.</b>	<b>9</b>	1/D	1	D23	D24	D25
D3	<b>Control Económico.</b>	<b>13</b>	1/D	1/D	1	D34	D35
D4	<b>Planificación, programación y control.</b>	<b>28</b>	1/D	1/D	1/D	1	D45
D5	<b>Ingeniería de mantenimiento.</b>	<b>32</b>	1/D	1/D	1/D	1/D	1

Analytic Hierarchy Template: n= 5		Criteria
<b>Fundamental Scale (Row v Column)</b>		
Extremely less important	1/9	
	1/8	
Very strongly less important	1/7	
	1/6	
Strongly less important	1/5	
	1/4	
Moderately less important	1/3	
	1/2	
<b>Equal Importance</b>	<b>1</b>	
	2	
Moderately more important	3	
	4	
Strongly more important	5	
	6	
Very strongly more important	7	
	8	
Extremely more important	9	

### **Análisis de Sensibilidad.**

Con esta nueva propuesta se realiza un análisis de sensibilidad, para conocer bajo esta circunstancia la robustez de la solución, para ello se crearon tres nuevos escenarios, como se muestran a continuación:

**Primer escenario:** Cuando todas las dimensiones y criterios tendrían los mismos pesos.

**Segundo escenario:** Cuando le asignamos los pesos propuesto por (Acosta-Palmer & Troncoso-Fleitas, 2011).

**Tercer escenario:** Cuando aplicando el método AHP, recalculamos los pesos de las dimensiones.

Luego se realizarían las valoraciones pertinentes, tomando el peor y el mejor de los escenarios.

Conclusiones del capítulo.

1. El procedimiento propuesto por Acosta Palmer, es una buena herramienta que combina, la teoría y la práctica, dentro de una herramienta informática, para conocer de la mejor forma como se encuentran las organizaciones.
2. El análisis de sensibilidad nos muestra varios escenarios, que sirve para conocer la rebutes de la solución encontrada, pudiendo trabajar con la peor y mejor solución.



## CAPITULO III RESULTADO Y DISCUSIÓN.

### Introducción

En el capítulo se resume la evaluación final de la de la auditoría con los consiguientes comentarios, como caso particular la introducción de la modelación matemática multicriterio en tres situaciones dada por el análisis de sensibilidad con tres escenarios que nos dirán cuan robusta es la solución encontrada.

### Caso de estudio:

La Empresa Mecánica “Héroes del 26 de Julio” con personalidad jurídica y patrimonio propio, con domicilio social en Camino a Fundición No. 1 e/ carretera a San Germán y Final en la Ciudad de Holguín, integrada por las Unidades Empresariales de Base, Fábrica de Equipos e Implementos Agrícolas “26 de Julio”; Producciones Mecánicas Banes y Motores Eléctricos TAUBA, creadas por las Resoluciones No. 584, 585, 587 de fecha 1 de julio del 2015 respectivamente.

### Resultado del primer escenario:

Primeramente, se creó el grupo auditor para la realización de la auditoria o evaluación de la gestión de la calidad del mantenimiento e la empresa objeto de estudio, la encuesta en cuestión contó con las siguientes dimensiones y criterios, como se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11. Descripción por Áreas: Evaluar del 1 hasta 10 como máximo.

Ponderación del Área	Área	Ponderación de Funciones
<b>18</b>	<b>Organización General.</b>	
Hasta 10	1.1- Política general.	
Hasta 10	1.2- Medios informáticos.	
Hasta 10	1.3- Informes y reportes.	
Hasta 10	1.4- Almacenes y recursos materiales.	
<b>13</b>	<b>Control Económico.</b>	
Hasta	1.1- Control de costos.	
Hasta 10	1.2- Indicadores Económicos.	
Hasta 10	1.3- Presupuesto Económico Anual.	
Hasta 10	1.4- Plan Económico y Financiero Anual.	
<b>28</b>	<b>Planificación, Programación y Control.</b>	

Hasta 10	1.1- Programación.	
Hasta 10	1.2- Planificación.	
Hasta 10	1.3- Control.	
Hasta 10	1.4- Ordenes de Trabajo.	
Hasta 10	1.5- Tercerización.	
<b>32</b>	<b>Ingeniería del Mantenimiento.</b>	
Hasta 10	1.1- Mantenimiento Preventivo.	
Hasta 10	1.2- Gestión de Lubricación.	
Hasta 10	1.3- Documentación Técnica.	
Hasta 10	1.4- Calidad.	
Hasta 10	1.5- Medio Ambiente.	
Hasta 10	1.6- Seguridad.	
Hasta 10	1.7- Tecnologías.	
<b>13</b>	<b>Recursos Humanos</b>	
Hasta 10	Capacitación	
Hasta 10	Entrenamiento	
Hasta 10	Estimulación	

Luego el resultado de estas encuestas, para nuestro caso (siete), por ser este el número mágico de Miller, como se plantea en el capítulo uno, se procesa, no buscando un promedio entre ellas, sino según Saaty, 2002, buscando su media geométrica, que es un modelo mucho más acertado que el promedio, llegando más al medio de los juicios de los expertos

Tabla 12. Resultados de los indicadores utilizando la media geométrica.

TALLER DE MANTENIMIENTO DE LA UEB 26 DE JULIO							
Indicadores evaluados	Alternativa	Exp 1	Exp 3	Exp 4	Exp 5	Exp 6	Exp 7
Política	8.3993	8	8	9	10	8	8
Informática	6.7491	7	5	9	9	5	9
Informes y reportes	6.9947	8	4	10	10	8	8
Almacenes y recursos	7.6524	7	7	7	10	8	8

Control de los costos	8.1466	7	7	9	9	10	10
Indicadores económicos	8.6713	10	9	8	10	8	8
Presupuesto	8.6365	10	10	7	10	8	8
Plan económico	8.9522	10	10	9	10	8	8
Programación	8.3467	7	8	8	9	10	10
Planificación	8.3035	7	8	9	9	10	10
Control	8.2312	8	8	10	10	10	10
Ordenes de Trabajo	8.5572	7	8	10	10	10	10
Tercerización	7.1260	8	8	9	9	5	6
Mantenimiento Preventivo	7.7960	7	7	7	9	9	9
Gestión Lubricación	8.1031	8	8	8	10	8	8
Documentación	8.2940	9	6	10	10	10	10
Calidad	8.1979	8	9	10	9	8	8
Medioambiente	7.9138	8	6	10	10	9	9
Seguridad	7.8362	8	7	10	10	9	9
Tecnología	6.9428	8	4	10	10	9	9
Capacitación	6.9105	8	3	8	10	7	7
Entrenamiento	7.0071	8	5	8	9	6	6
Estimulación	5.1378	7	2	6	9	5	5

Ya con este resultado podemos introducir los datos en nuestra herramienta informática principal, como se muestra en la Tabla 11.

Tabla 13.Evaluación de las áreas

A	Áreas de actuación	B	C (1-10)	D	E	EVALUACIÓN
18	<b>Organización General</b>	100	<b>7.38</b>	76.23	<b>13.72</b>	
	Política	50	8.40	42.00	84.00	BIEN
	Informática	30	6.75	20.25	67.50	REGULAR
	Informes y reportes	20	6.99	13.98	69.90	REGULAR

<b>9</b>	<b>Recursos Humanos</b>	100	<b>6.35</b>	<b>64.09</b>	<b>5.77</b>	
	Capacitación	40	6.91	27.64	69.10	REGULAR
	Entrenamiento	30	7.01	21.03	70.10	REGULAR
	Estimulación	30	5.14	15.42	51.40	MAL
<b>13</b>	<b>Control económico</b>	100	<b>8.60</b>	<b>86.50</b>	<b>11.25</b>	
	Costos	20	8.15	16.29	81.47	BIEN
	Indicadores económicos	22	8.67	19.08	86.71	BIEN
	Presupuesto	25	8.64	21.59	86.37	BIEN
	Plan económico	33	8.95	29.54	89.52	BIEN
<b>28</b>	<b>Planificación, Programación y Control</b>	100	<b>8.11</b>	<b>80.54</b>	<b>22.55</b>	
	Planificación	18	8.30	14.95	83.03	BIEN
	Programación	15	8.35	12.52	83.47	BIEN
	Control	12	8.23	9.88	82.31	BIEN
	Ordenes de Trabajo	28	8.56	23.96	85.57	BIEN
	Tercerización	27	7.13	19.24	71.26	REGULAR
<b>32</b>	<b>Ingeniería de Mantenimiento</b>	100	<b>8.01</b>	<b>79.73</b>	<b>25.51</b>	
	Mantenimiento Preventivo	15	7.80	11.69	77.96	REGULAR
	Documentación	15	8.29	12.44	82.94	BIEN
	Calidad	18	8.20	14.76	81.98	BIEN
	Medioambiente	12	7.91	9.50	79.14	REGULAR
	Seguridad	40	7.84	31.34	78.36	REGULAR

Como se puede apreciar el criterio estimulación fue ponderado de mal, indicador a tener en cuenta igualmente, todos aquellos evaluados de regular.

Para tener una mejor visualización de esta situación presentamos la siguiente grafica que involucra la dimensión organización general, Figura 8, donde se muestra que la evaluación de los criterios se aproxima a la meta.

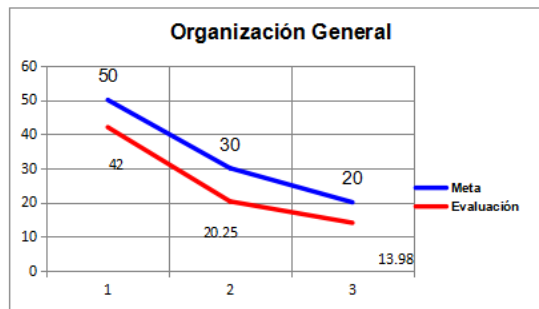


Figura 8. Resultados de la evaluación en la Organización General.

Para la dimensión recursos humanos, Figura 9 queda como sigue muy alejado de la meta principalmente la estimulación que su ponderación es solo del 15.42.

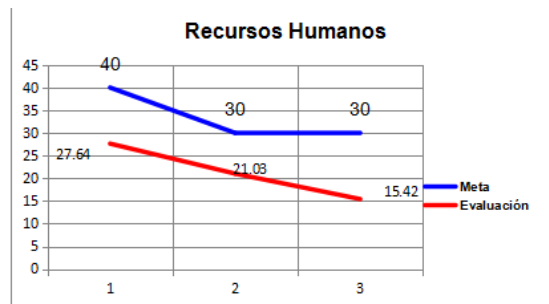


Figura 9. Resultados de la evaluación en Recursos Humanos.

Para la dimensión control económico, Figura 10 todos los indicadores están bien próximo a la meta.

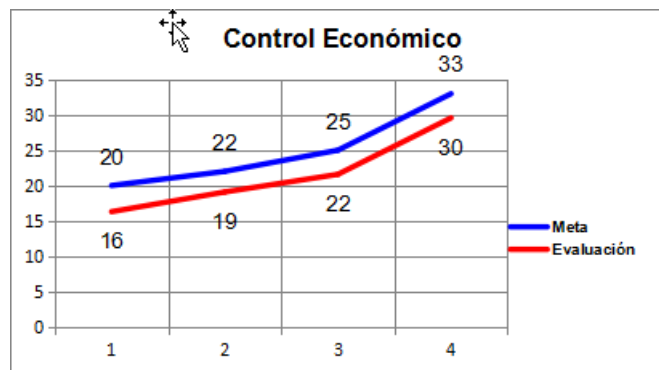


Figura 10. Resultados de la evaluación en Control Económico.

Para la dimensión Planificación, programación y control igualmente todos los criterios se aproximan a la meta, como se muestra en la Figura 11.

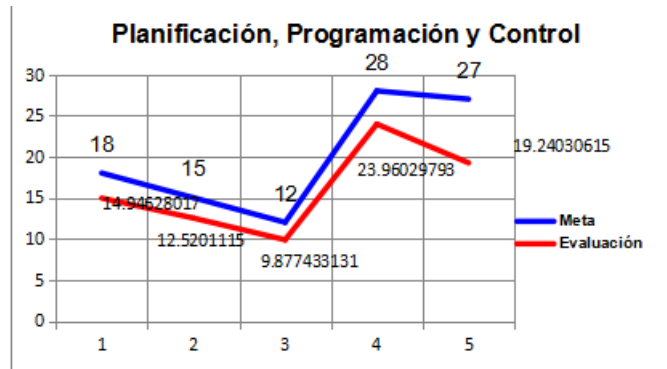


Figura 11. Resultados de la evaluación en Planificación, Programación y Control.

En cuanto a la dimensión de ingeniería del mantenimiento, Figura 12 solo el criterio seguridad es uno de los criterios más alejados de la meta.

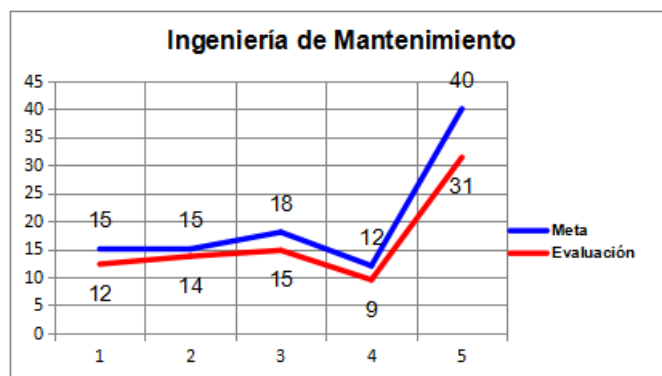


Figura 12. Resultados de la evaluación en el Mantenimiento.

Finalmente, la evaluación final Figura 13, se puede ver como cada dimensión se acerca mucho a la meta excepto la dimensión control económico.

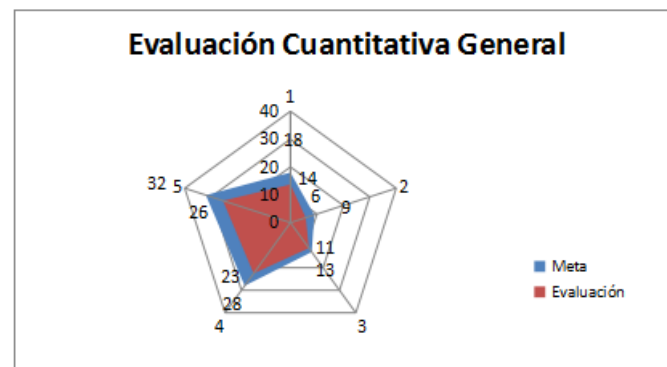


Figura 13. Evaluación cuantitativa General.

Al analizar el resultado final respecto a la meta como se muestra en la Tabla 14, se muestra las áreas de actuación que fueron objeto de análisis, nuestra meta o patrón fueron los datos aportados por los estudios de Acosta Palmer, ponderación dada a cada dimensión, se obtiene que esta organización en dependencia del escenario está en una posición de **COMPRENSIÓN**.

Tabla 14. Resultados de las áreas de actuación objeto de análisis.

Áreas de actuación	Meta	Evaluación	%
Organización General	18	13.72	76.22
Recursos Humanos	9	5.77	64.11
Control Económico	13	11.25	86.54
Planificación, programación, control	28	22.55	80.54
Ingeniería de mantenimiento	32	25.51	79.72
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>78.80</b>	<b>Comprensión</b>

Para esta posición se debe: La organización y los individuos están desarrollando planes de mejoras para los sistemas, los mismos están siendo aplicados gradualmente.

#### **Análisis de sensibilidad.**

#### **Resultado del segundo escenario:**

Lo llamamos análisis de sensibilidad porque evaluamos más de un escenario en este caso escenario número dos Tabla 15, aquí ponderamos las dimensiones y criterios de forma igualitaria es decir le damos el mismo valor.

Tabla 15. Resultados de las evaluaciones en el escenario 2.

A	Áreas de actuación	B	C (1-10)	D	E	EVALUACIÓN
<b>20</b>	<b>Organización General</b>	<b>100</b>	<b>7.38</b>	<b>73.80</b>	<b>14.76</b>	
	Política	33.3	8.40	27.97	84.00	BIEN
	Informática	33.3	6.75	22.48	67.50	REGULAR
	Informes y reportes	33.4	6.99	23.35	69.90	REGULAR
<b>20</b>	<b>Recursos Humanos</b>	<b>100</b>	<b>6.35</b>	<b>63.52</b>	<b>12.70</b>	
	Capacitación	33.3	6.91	23.01	69.10	REGULAR
	Entrenamiento	33.3	7.01	23.34	70.10	REGULAR
	Estimulación	33.4	5.14	17.17	51.40	MAL
<b>20</b>	<b>Control económico</b>	<b>100</b>	<b>8.60</b>	<b>86.02</b>	<b>17.20</b>	
	Costos	25	8.15	20.37	81.47	BIEN

	Indicadores económicos	25	8.67	21.68	86.71	BIEN
	Presupuesto	25	8.64	21.59	86.37	BIEN
	Plan económico	25	8.95	22.38	89.52	BIEN
<b>20</b>	<b>Planificación, Programación y Control</b>	<b>100</b>	<b>8.11</b>	<b>81.13</b>	<b>16.23</b>	
	Planificación	20	8.30	16.61	83.03	BIEN
	Programación	20	8.35	16.69	83.47	BIEN
	Control	20	8.23	16.46	82.31	BIEN
	Ordenes de Trabajo	20	8.56	17.11	85.57	BIEN
	Tercerización	20	7.13	14.25	71.26	REGULAR
<b>20</b>	<b>Ingeniería de Mantenimiento</b>	<b>100</b>	<b>8.01</b>	<b>80.08</b>	<b>16.02</b>	
	Mantenimiento Preventivo	20	7.80	15.59	77.96	REGULAR
	Documentación	20	8.29	16.59	82.94	BIEN
	Calidad	20	8.20	16.40	81.98	BIEN
	Medioambiente	20	7.91	15.83	79.14	REGULAR
	Seguridad	20	7.84	15.67	78.36	REGULAR

En esta tabla se puede apreciar que el indicador estimulación se mantiene obteniendo la calificación de mal, este indicador debe tenerse en cuenta para las mejoras continua.

Finalmente, en la Tabla 15 muestra el resultado final de la evaluación **Comprensión**, por lo que esta evaluación parece muy robusta.

En el escenario número tres, otro enfoque multicriterio con el concurso de otro grupo de experto donde se evaluaron.

#### **Resultado del tercer escenario:**

Para este escenario se utilizó el método Análisis Jerárquico de Procesos (AHP)

La evaluación de cada dimensión en busca del peso o ponderación para evaluar cada alternativa, donde se aplicó la escala Saaty, Figura 14, obtenemos los siguientes resultados.

#### **Escala Saaty.**



w <sub>i</sub> /w <sub>j</sub>	DEFINICIÓN	EXPLICACIÓN
1	Igual	Am <del>os</del> os criterios se consideran <i>igualmente importantes</i> .
3	Moderada	El criterio i es <i>ligeramente más importante</i> que el criterio j.
5	Fuerte	El criterio i es <i>fuertemente más importante</i> que el criterio j.
7	Muy fuerte o demostrada	El criterio i es <i>mucho más importante</i> que el criterio j.
9	Extrema	El criterio i es <i>incuestionablemente más importante</i> que el criterio j.
2,4,6,8	Valores intermedios	Valores intermedios

Figura 14. Escala Saaty

Y previamente se define el índice de consistencia,  $IC = (\lambda_{max} - n) / (n-1)$  y la relación de consistencia,  $RC = IC / RI$ ; donde RI es un promedio de los índices de consistencia de una gran muestra de matrices cuyas entradas se escogen de forma aleatoria. Saaty [1986] obtuvo los siguientes resultados para RI

Tabla 16. Resultados para RI

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

La experiencia [Saaty, 2006a; Saaty, 2005a] sugiere que la relación de consistencia debe ser menor a 0.1 para que los resultados sean confiables.

	Dimensiones	Meta s	D1	D2	D3	D4	D5
D1	<b>Organización general del mantenimiento.</b>	<b>18</b>	1	1/5	1/3	3	1/7
D2	<b>Recursos humanos.</b>	<b>9</b>	5	1	2	3	1/3
D3	<b>Control Económico.</b>	<b>13</b>	3	1/2	1	3	1/3
D4	<b>Planificación, programación y control.</b>	<b>28</b>	1/3	1/3	1/3	1	1/5
D5	<b>Ingeniería de mantenimiento.</b>	<b>32</b>	7	3	3	5	1

Analytic Hierarchy Template: n= 5		Criteria
<b>Fundamental Scale (Row v Column)</b>		
Extremely less important	1/9	
	1/8	
Very strongly less important	1/7	
	1/6	
Strongly less important	1/5	
	1/4	
Moderately less important	1/3	
	1/2	
<b>Equal Importance</b>	<b>1</b>	
	2	
Moderately more important	3	
	4	
Strongly more important	5	
	6	
Very strongly more important	7	
	8	
Extremely more important	9	

EVALUACIÓN DE LAS DIMENSIONES					
Pairwise Comparison Matrix					
	Organización gene	Recursos human	Control económi	Planificación y cc	Ingeniería mante
Organización general	1	1/5	1/3	3	1/7
Recursos humanos	5	1	2	3	1/3
Control económico	3	1/2	1	3	1/3
Planificación y control	1/3	1/3	1/3	1	1/5
Ingeniería mantenimiento	7	3	3	5	1

Normalización de los datos:

	16.3333	5.0333	6.6667	13.0000	2.1429
Cw (Normalised)					
1	0.06122449	0.039735099	0.05	0.230769231	0.066666667
2	0.306122449	0.198675497	0.3	0.230769231	0.155555556
3	0.183673469	0.099337748	0.15	0.230769231	0.155555556
4	0.020408163	0.066225166	0.05	0.076923077	0.155555556
5	0.428571429	0.59602649	0.45	0.230769231	0.466666667

	AHP		Consistency check
1	0.084	8.4%	Check your results 10%
2	0.234	23.4%	
3	0.160	16.0%	
4	0.061	6.1%	
5	0.461	46.1%	

AHP-1	CA	Lambda	CI	CI/RI	
0.084	1.378695	5.457453059	0.11436326	0.102110058	
0.234	1.178479		Randomness Index, RI		
0.160	1.065184		3	0.58	1.12
0.061	0.908478		4	0.9	
0.461	0.926616		5	1.12	

Tomando como referencia nuevamente los resultados obtenidos en la evaluación de cada encuesta, Tabla 17.

Tabla 17. Resultados obtenidos en la evaluación de cada encuesta.

<b>Dimensiones</b>	<b>Metas Anterior</b>	<b>Nuevas Metas</b>
<b>Organización general del mantenimiento.</b>	<b>18</b>	17.40
<b>Recursos humanos.</b>	<b>9</b>	8.64
<b>Control Económico.</b>	<b>13</b>	12.63
<b>Planificación, programación y control.</b>	<b>28</b>	27.02
<b>Ingeniería de mantenimiento.</b>	<b>32</b>	30.51

Con esta nueva meta resuelta por el método AHP, la introducción del dato queda de la siguiente forma, Tabla 18.

Tabla 18. Resultados de ma meta resuelta por el método AHP.

<b>A</b>	<b>Áreas de actuación</b>	<b>B</b>	<b>C (1-10)</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>EVALUACIÓN</b>
<b>17.4</b>	<b>Organización General</b>	<b>100</b>	<b>7.38</b>	<b>73.80</b>	<b>12.84</b>	
	Política	33.3	8.40	27.97	84.00	BIEN
	Informática	33.3	6.75	22.48	67.50	REGULAR
	Informes y reportes	33.4	6.99	23.35	69.90	REGULAR
<b>8.64</b>	<b>Recursos Humanos</b>	<b>100</b>	<b>6.35</b>	<b>63.52</b>	<b>5.49</b>	
	Capacitación	33.3	6.91	23.01	69.10	REGULAR
	Entrenamiento	33.3	7.01	23.34	70.10	REGULAR
	Estimulación	33.4	5.14	17.17	51.40	MAL
<b>12.63</b>	<b>Control económico</b>	<b>100</b>	<b>8.60</b>	<b>86.02</b>	<b>10.86</b>	
	Costos	25	8.15	20.37	81.47	BIEN

	Indicadores económicos	25	8.67	21.68	86.71	BIEN
	Presupuesto	25	8.64	21.59	86.37	BIEN
	Plan económico	25	8.95	22.38	89.52	BIEN
<b>27.0</b> <b>2</b>	<b>Planificación, Programación y Control</b>	<b>100</b>	<b>8.11</b>	<b>81.13</b>	<b>21.92</b>	
	Planificación	20	8.30	16.61	83.03	BIEN
	Programación	20	8.35	16.69	83.47	BIEN
	Control	20	8.23	16.46	82.31	BIEN
	Ordenes de Trabajo	20	8.56	17.11	85.57	BIEN
	Tercerización	20	7.13	14.25	71.26	REGULAR
<b>30.5</b> <b>1</b>	<b>Ingeniería de Mantenimiento</b>	<b>100</b>	<b>8.01</b>	<b>80.08</b>	<b>24.43</b>	
	Mantenimiento Preventivo	20	7.80	15.59	77.96	REGULAR
	Documentación	20	8.29	16.59	82.94	BIEN
	Calidad	20	8.20	16.40	81.98	BIEN
	Medioambiente	20	7.91	15.83	79.14	REGULAR
	Seguridad	20	7.84	15.67	78.36	REGULAR

Finalmente, el resultado final se recoge en la Tabla 19, por todo lo ante visto existe coincidencia en que la organización está en un estado de **Comprensión**.

Tabla 19. Resultado Final de la evaluación.

Áreas de actuación	Meta	Evaluación	%
Organización General	17.4	12.84	73.80
Recursos Humanos	8.64	5.49	63.52
Control Económico	12.63	10.86	86.02
Planificación, programación, control	27.02	21.92	81.13
Ingeniería de mantenimiento	30.51	24.43	80.08
<b>Total</b>	<b>96</b>	<b>75.54</b>	<b>Comprensión</b>

## **CONCLUSIONES GENERALES**

1. Se diseñó y aplicó un procedimiento con enfoque multicriterio para la ayuda a la toma de decisión para la realización de una auditoría y evaluación de la gestión de la calidad del mantenimiento y de esta forma poder direccionar eficientemente los recursos humanos, materiales y financieros, en la Fábrica de Implementos Agrícolas “Héroes del 26 de Julio” de Holguín.
2. El procedimiento diseñado se puede aplicar en cualquier organización del país, no solo a empresas de producción, sino también de servicios.

## **RECOMENDACIONES**

Proponer la metodología diseñada para la evaluación de Empresas de producción y servicios de la Provincia Holguín, en aras de garantizar la calidad de la gestión del mantenimiento y de esta forma la fiabilidad de equipos y maquinarias.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acosta-Palmer, H. R., & Troncoso-Fleitas, M. d. I. C. (2011). Auditoría integral de mantenimiento en instalaciones hospitalarias, un análisis objetivo. *Ingeniería Mecánica*, 14(2), 107-118.
- Arocha, F., Tavares, R., Silva, J., & Marcano, L. (2005). Blue shark, *Prionace glauca*, length composition from the Venezuelan longline fleet in the northwestern Atlantic: Period 1994-2003. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap*, 58, 942-950.
- Batista Rodríguez, C. (2000). Contribución al diseño de un sistema de gestión de mantenimiento para los centrales azucareros cubanos. *ISPJAE. Ciudad de La Habana. Cuba*.
- Benaim, S. (1994). Mantenimiento de edificios para la salud. *Buenos Aires, Argentina, OPS, CAM*.
- Board, A. I. o. C. P. A. A. S. (1983). *Audit risk and materiality in conducting an audit*. The Institute.
- Borda, O. F. (1998). *Participación popular: retos del futuro*: Univ. nacional de colombia.
- Borroto Pentón, Y. (2005). *Contribución al mejoramiento de la gestión del mantenimiento en hospitales en Cuba. Aplicación en la provincia Villa Clara*. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas,
- Castro, E., Cañadas, M. C., & Molina, M. (2010). El razonamiento inductivo como generador de conocimiento matemático. *UNO: Revista de Didáctica de la Matemática*, 54, 55-67.
- Chitarroni, L. H. (2020). Los jeroglíficos en la Crónica de Ramos Gavilán: estrategia de comunicación (II).
- Concepts, A. A. A. C. o. B. A. (1973). *A statement of basic auditing concepts*: American Accounting Association.
- De la Paz Martínez, E. M. (1996). *Perfeccionamiento del sistema de mantenimiento en la Industria Textil Cubana. Aplicación en la Empresa Textil "Desembarco del Granma*. Tesis Doctoral,
- Dueñas Ramírez, L. M., Villegas López, G. A., Castiblanco Tique, S., & Castaño Restrepo, C. A. (2021). Casos de éxito en la implementación del mantenimiento predictivo mediante el uso de tecnologías de la industria 4.0 en empresas colombianas.
- Einabadi, B., Baboli, A., & Ebrahimi, M. (2019). Dynamic Predictive Maintenance in industry 4.0 based on real time information: Case study in automotive industries. *IFAC-PapersOnLine*, 52(13), 1069-1074.

- Fuji, M., Morita, H., Goto, K., Maruhashi, K., Anai, H., & Igata, N. (2019). Explainable AI through combination of deep tensor and knowledge graph. *Fujitsu Sci. Tech. J*, 55(2), 58-64.
- García-Peñalvo, F. (2018). *Proyecto Docente e Investigador. Catedrático de Universidad. Perfil Docente: Ingeniería del Software y Gobierno de Tecnologías de la Información. Perfil Investigador: Tecnologías del Aprendizaje. Área de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial*. Retrieved from
- García-Martín, E., Martínez, C., Tabarés, B., Frías, J., & Agúndez, J. A. (2004). Interindividual variability in ibuprofen pharmacokinetics is related to interaction of cytochrome P450 2C8 and 2C9 amino acid polymorphisms. *Clinical Pharmacology & Therapeutics*, 76(2), 119-127.
- Gómez-Sancho, M., Altisent, R., Bátiz, J., Ciprés, L., Corral, P., González-Fernández, J., . . . Rodríguez-Sendín, J. (2010). Atención médica al final de la vida. Conceptos. *Revista de la Sociedad Española del dolor*, 17(3), 177-179.
- González Ollé, F. (2014). La Real Academia Española en su primer siglo. *La Real Academia Española en su primer siglo*, 1-295.
- Héctor, R. (2017). Evaluación tecnológica y de explotación de la combinada de caña CAMECO. *Revista Ingeniería Agrícola*, 4(4), 35-38.
- Hernández Pérez, E. (2013). *Realización de una auditoría de mantenimiento en la UEB Fábrica de Fusibles y Desconectivos perteneciente a la Empresa de Producciones Electromecánicas*. Universidad Central" Marta Abreu" de Las Villas,
- Huo, Y. H., & Kwansa, F. (1994). Effect of operating and financial leverage on firm's risk. *Journal of the International Academy of Hospitality Research* logo(8).
- Kaufman, L. (1975). A variable projection method for solving separable nonlinear least squares problems. *BIT Numerical Mathematics*, 15(1), 49-57.
- Keown, A. J. (2004). *Foundations of finance: The logic and practice of financial management*. 清华大学出版社有限公司.
- Lang, M., López, C., Santillana, A., Ortiz, C., & Ojeda, S. (2013). *Alternativas al capitalismo/colonialismo del siglo XXI*: Fundación Rosa Luxemburg Quito.
- Llanes, A. A., Martín, H. G., & Pascual, K. H. (2008). Propuesta de procedimiento para determinar la política de mantenimiento a partir de análisis de criticidad del equipamiento productivo de los centrales azucareros. *Revista Centro Azúcar*, 35(1).



- Llanes, A. A., & Rodríguez, A. E. Q. (2015). Procedimiento para la realización de una auditoría energo-ambiental. Estudio de caso: Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas (UCLV). *UCE Ciencia. Revista de postgrado*, 2(1).
- Lobato, T. Z., Vargas, M. H., Hernández, J. J. R., & Pentón, Y. B. (2021). ¿Cómo se percibe la aplicación de procesos de calidad de la ingeniería, en la administración pública? *Revista INFAD de Psicología. International Journal of Developmental and Educational Psychology.*, 1(1), 217-232.
- Mantilla Blanco, S. A. (2003). Auditoría 2005.
- Martínez, E., & Ulivis, J. (2013). *Auditoría de mantenimiento en la Empresa Constructora Militar "El Vaquerito"*. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas,
- Martínez, J. A. G. (2016). *Guía para la aplicación de ISO 9001 2015*: Alpha Editorial.
- Muñoz, L., Rodríguez González, S., & Sittón Candanedo, I. (2018). Diseño de un modelo predictivo en el contexto Industria 4.0.
- Pérez, M. P., & Rodríguez, Á. T. P. (2018). *Proposal of procedure for maintenance management in plastics processing factories of Cuba*. Paper presented at the Proc. Int. Conf. Ind. Eng. Oper. Manag.
- Pérez Zúñiga, R., Mercado Lozano, P., Martínez García, M., Mena Hernández, E., & Partida Ibarra, J. Á. (2018). La sociedad del conocimiento y la sociedad de la información como la piedra angular en la innovación tecnológica educativa. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 8(16), 847-870.
- Sánchez, R. S., & Avalos, R. G. (2009). PROCEDIMIENTO INTEGRAL PARA LA REALIZACIÓN DE LAS INSPECCIONES TÉCNICAS POR TURNOS A MÁQUINAS Y EQUIPOS PRODUCTIVOS Y ENERGÉTICOS EN LAS FÁBRICAS DE AZÚCAR CRUDO CUBANAS. *Revista Centro Azúcar*, 36(3).
- Stoner, J. A. F., Freeman, R. E., & Gilbert, D. R. (1996). *administración*: Pearson educación.
- Tanino, T., Tanaka, T., & Inuiguchi, M. (2003). *Multi-objective programming and goal programming: theory and applications* (Vol. 21): Springer Science & Business Media.
- Tavares, L. A. (1999). *Administración moderna de mantenimiento*: Novo Polo Publicacoes.
- Vela-Valdés, J., Salas-Perea, R. S., Quintana-Galende, M. L., Pujals-Victoria, N., González-Pérez, J., Díaz-Hernández, L., . . . Vidal-Ledo, M. J. (2018). Formación

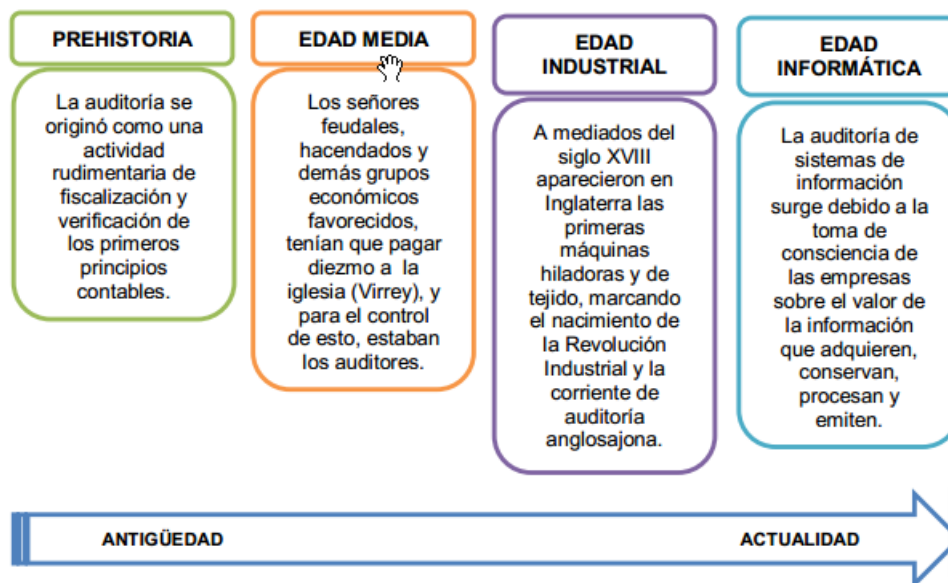
del capital humano para la salud en Cuba. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 42, e33.

Ventura-León, J. L., & Caycho-Rodríguez, T. (2017). El coeficiente Omega: un método alternativo para la estimación de la confiabilidad. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, niñez y juventud*, 15(1), 625-627.

Zappala, V., Cellino, A., Farinella, P., & Knezevic, Z. (1990). Asteroid families. I- Identification by hierarchical clustering and reliability assessment. *The Astronomical Journal*, 100, 2030-2046.

## ANEXOS

### Anexo 1



### Anexo 2

A	Áreas de actuación	B	C (1-10)	D	E	EVALUACIÓN
<b>18</b>	<b>Organización General</b>	100	<b>7.38</b>	76.23	<b>13.72</b>	
	Política	50	8.40	42.00	84.00	BIEN
	Informática	30	6.75	20.25	67.50	REGULAR
	Informes y reportes	20	6.99	13.98	69.90	REGULAR
<b>9</b>	<b>Recursos Humanos</b>	100	<b>6.35</b>	<b>64.09</b>	<b>5.77</b>	
	Capacitación	40	6.91	27.64	69.10	REGULAR
	Entrenamiento	30	7.01	21.03	70.10	REGULAR
	Estimulación	30	5.14	15.42	51.40	MAL
<b>13</b>	<b>Control económico</b>	100	<b>8.60</b>	<b>86.50</b>	<b>11.25</b>	
	Costos	20	8.15	16.29	81.47	BIEN
	Indicadores económicos	22	8.67	19.08	86.71	BIEN
	Presupuesto	25	8.64	21.59	86.37	BIEN
	Plan económico	33	8.95	29.54	89.52	BIEN

<b>28</b>	<b>Planificación, Programación y Control</b>	100	<b>8.11</b>	<b>80.54</b>	<b>22.55</b>	
	Planificación	18	8.30	14.95	83.03	BIEN
	Programación	15	8.35	12.52	83.47	BIEN
	Control	12	8.23	9.88	82.31	BIEN
	Ordenes de Trabajo	28	8.56	23.96	85.57	BIEN
	Tercerización	27	7.13	19.24	71.26	REGULAR
<b>32</b>	<b>Ingeniería de Mantenimiento</b>	100	<b>8.01</b>	<b>79.73</b>	<b>25.51</b>	
	Mantenimiento Preventivo	15	7.80	11.69	77.96	REGULAR
	Documentación	15	8.29	12.44	82.94	BIEN
	Calidad	18	8.20	14.76	81.98	BIEN
	Medioambiente	12	7.91	9.50	79.14	REGULAR
	Seguridad	40	7.84	31.34	78.36	REGULAR

### Anexo 3



### Anexo 4

TALLER DE MANTENIMIENTO DE LA UEB 26 DE JULIO							
Indicadores evaluados	Alternativa	Exp 1	Exp 3	Exp 4	Exp 5	Exp 6	Exp 7
Política	8.3993	8	8	9	10	8	8

Informática	6.7491	7	5	9	9	5	9
Informes y reportes	6.9947	8	4	10	10	8	8
Almacenes y recursos	7.6524	7	7	7	10	8	8
Control de los costos	8.1466	7	7	9	9	10	10
Indicadores económicos	8.6713	10	9	8	10	8	8
Presupuesto	8.6365	10	10	7	10	8	8
Plan económico	8.9522	10	10	9	10	8	8
Programación	8.3467	7	8	8	9	10	10
Planificación	8.3035	7	8	9	9	10	10
Control	8.2312	8	8	10	10	10	10
Ordenes de Trabajo	8.5572	7	8	10	10	10	10
Tercerización	7.1260	8	8	9	9	5	6
Mantenimiento Preventivo	7.7960	7	7	7	9	9	9
Gestión Lubricación	8.1031	8	8	8	10	8	8
Documentación	8.2940	9	6	10	10	10	10
Calidad	8.1979	8	9	10	9	8	8
Medioambiente	7.9138	8	6	10	10	9	9
Seguridad	7.8362	8	7	10	10	9	9
Tecnología	6.9428	8	4	10	10	9	9
Capacitación	6.9105	8	3	8	10	7	7
Entrenamiento	7.0071	8	5	8	9	6	6
Estimulación	5.1378	7	2	6	9	5	5