

Departamento de Ingeniería Mecánica  
Facultad de Ingeniería

**AUDITORIA DE LA GESTIÓN DE LA CALIDAD EN EL MANTENIMIENTO  
CON ENFOQUE MULTICRITERIO EN LA EMPRESA GEYSEL**

TESIS PRESENTADA EN OPCIÓN AL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO.

AUTOR: Romelio Rodríguez Hernández.

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

Holguín 2022

## **AGRADECIMIENTOS**

A todos los que alguna manera contribuyeron en mi formación como ingeniero y en especial a mi tutor MSc. Ing. Ángel Eugenio Infante Haynes, 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 abuela, le debo a ella todo lo que hasta ahora he logrado, aunque en este momento tan importante de mi vida no se encuentre presente, dios la tenga en la gloria. A ella mi eterno agradecimiento.

## RESUMEN

La presente investigación está encaminada a brindar un procedimiento de auditoría de calidad en la gestión, en la Empresa GEYSEL, mediante el empleo de un enfoque de modelación matemática multicriterio, y de esta forma contribuir 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 de los Grupos Electrónico y Servicios Eléctricos. Se utilizó un procedimiento, el cual se rediseñó con un método muy robusto, el Análisis Jerárquico de Procesos, para evaluar los juicios de los expertos y llegar a nuevos pesos de criterios. Mediante la investigación realizada se pueden precisar las principales fortalezas y debilidades que presenta el sistema de gestión de mantenimiento de la entidad objeto de estudio. Todo lo antes expresado permite valorar el impacto y la necesidad de auditar el sistema de gestión de mantenimiento en nuestro territorio.

## SUMMARY

Present it investigation is aimed at offering an audit procedure of quality in the step at the Company, GEYSEL, by means of the job of a focus of mathematical modelation multi-opinion, and in this way contributing to the help of the overtaking at maintenance's field, indispensable process to maintain the vitality in all productive process and or services of the Generating Sets and Services Electric. A procedure, which were utilized himself I redesign with a very robust method, Procesos's Hierarchic Analysis, to evaluate the experts' judgments and to arrive to new weights of criteria. The principal fortresses and weaknesses can specify themselves by means of the realized investigation that the entity's system of step of maintenance shows object of study. Everything it expressed elks it allows appraising the impact and the need to audit the system of step of maintenance at our territory.



<b>ÍNDICE.</b>	
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	2
<b>DEDICATORIA</b> .....	3
<b>RESUMEN</b> .....	4
<b>SUMMARY</b> .....	5
<b>INTRODUCCIÓN.</b> .....	8
<b>CAPITULO I. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL</b> .....	13
1.1 Introducción .....	13
1.2 Estado del arte. ....	13
1.3 Gestión del mantenimiento.....	14
1.3.1 Ciclo de gestión del mantenimiento .....	14
1.3.2 Evaluación del mantenimiento .....	17
1.4 Auditoria de mantenimiento .....	18
1.4.1 Principios de la auditoría. ....	19
1.4.2 Procedimiento para la realización de una auditoría de mantenimiento. .....	20
1.5 Auditoria o evaluación del mantenimiento.....	26
1.5.1 Áreas de Actuación de la Gestión del Mantenimiento. ....	38
1.5.2 Dimensión Organización General del Mantenimiento .....	40
1.5.3 Criterio de Evaluación.....	44
1.5.4 Conclusiones parciales del capítulo.....	45
<b>CAPITULO II MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	47
2.1 Introducción .....	47
2.2 Descripción del objeto de estudio.....	47
2.3 Misión de la Empresa Geysel .....	50
2.3.1 Visión.....	50
2.3.2 Valores compartidos .....	51
2.3.2Procesos estratégicos necesarios de la organización: .....	51
2.3.3 Objetivos Estratégicos.....	52
2.4 Etapas de trabajo .....	53
2.4.1 Descripción de las etapas de trabajo: .....	54
2.4.2 Tratamiento de Datos.....	56

<b>2.5 Conclusiones parciales del capítulo .....</b>	<b>66</b>
<b>CAPITULO III RESULTADO Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>67</b>
<b>3.1 Introducción .....</b>	<b>67</b>
<b>3.2 Caso de estudio .....</b>	<b>67</b>
<b>3.2.1 Resultado de la aplicación del procedimiento ante declarado.....</b>	<b>67</b>
<b>3.2.3 Para un Segundo escenario. ....</b>	<b>71</b>
<b>3.3 Plan de acción o mejoras continúa.....</b>	<b>74</b>
<b>3.4 Conclusiones Generales.....</b>	<b>75</b>
<b>Referencias Bibliográficas.....</b>	<b>77</b>

## INTRODUCCIÓN.

Todos los sistemas de mantenimiento deben incluir un método de control, por lo general expresado en función de tasas, cuotas y razones o índices, para determinar cómo marchan las cosas y por qué marchan, con el fin de poder tomar decisiones (Gusmao, 2001; Stefano, 2006). Los autores de la presente investigación coinciden con Larralde Ledo (1994), referenciado en Borroto Pentón (2005), al plantear que existen diversas formas para realizar la evaluación de la gestión del mantenimiento, todas ellas pueden resumirse en dos grandes grupos: primero la medición de resultados a partir del cálculo y análisis de indicadores de mantenimiento y la valoración del desarrollo mediante control directo, principalmente a través de auditorías, esta última como concepto, transita desde las de gestión económico-financiera, hasta las auditorías operacionales de los que derivan, entre otras, las de mantenimiento. Todo esto posibilita realizar acciones correctivas posteriores a la auditoría, en caso de que el estado real sea inferior al deseado o en caso contrario acciones para la mejora continua del sistema.

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. 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.

La Calidad es un término que hoy en día encontramos en multitud de contextos y con el que se busca despertar en quién lo escucha una sensación positiva,

transmitiendo la idea de que algo es mejor, el concepto técnico de Calidad representa una forma de hacer las cosas preocupándose siempre por satisfacer al cliente y por mejorar el procesos y resultados.

En los lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución, aprobados en el VI Congreso del Partido Comunista de Cuba (2010) se mantiene el reconocimiento de la importancia del control interno y en el lineamiento 15 se establece: “la elevación de la responsabilidad y facultades hace imprescindible exigir la actuación ética de las entidades y sus jefes, así como fortalecer su sistema de control interno, para lograr los resultados esperados en cuanto al cumplimiento de su plan con eficiencia, orden, disciplina y el acatamiento absoluto de la legalidad”

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” ([Zhang 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 ([Seino, 2019](#)). 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](#)).

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 ([Salas-Hernández et al., 2019](#))

Definido por este autor 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.

### **Situación problemática**

La necesidad de un procedimiento de auditoría para la evaluación de la calidad del mantenimiento, que le permita la evaluación y diagnóstico para la mejora continua de diferentes indicadores que se encuentran en los hallazgos de no conformidad, tales como: la no existencia de herramientas informática para la gestión de la información, el poco o nulo entrenamiento a los operarios, la faltas

de recursos para los recambios, lo que incide en la mala calidad de los mantenimientos preventivos que se planifican y se ejecutan, y claro está todo lo anterior incide en la estimulación y seguridad, así como en la falta de motivación del personal de la Empresa de Grupos Electrógeno y Servicio Eléctrico Geysel Holguín.

### **Problema científico**

La inexistencia de un procedimiento para realizar la auditoría de la gestión de calidad del mantenimiento, y poder corroborar los hallazgos de conformidad o no conformidad en la Empresa Geysel Holguín.

### **Objeto**

Sistema de Operación y Mantenimiento en la Empresa Geysel Holguín.

### **Campo de acción**

Auditoría a la Gestión de calidad del mantenimiento para corroborar los hallazgos de conformidad o no conformidad en la Empresa Geysel Holguín.

### **Hipótesis**

Si se establece un procedimiento que permita realizar la auditoría a la gestión de la calidad del mantenimiento; entonces se logrará un plan de mejora continua para la eliminación o atenuación del hallazgo de no conformidad en la Empresa Geysel Holguín.

### **Objetivo general**

Realizar una auditoría a la calidad de la gestión del mantenimiento mediante el rediseño de un procedimiento con enfoque multicriterio para la ayuda a la toma de decisión y de direccionar eficientemente los recursos humanos, materiales y financieros, en la Empresa de Geysel de Holguín.

### **Objetivos específicos**

1. Realizar una revisión bibliográfica, para seleccionar una teoría de base para la solución del problema antes planteado.
2. Rediseñar el procedimiento con enfoque multicriterios para la ayuda la toma de decisión.
3. Aplicar el procedimiento diseñado para realizar la auditoría y evaluación a la calidad de la gestión del mantenimiento en la empresa objeto de estudio.

### **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.

## **CAPITULO I. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL**

### **1.1 Introducción**

En este capítulo se dará a conocer la situación de los sistemas de operación y mantenimiento en la Empresa objeto de estudio así como los procedimientos o metodología que existen en el campo de las auditoría, a la calidad de la gestión del mantenimiento y una nueva propuesta resolver el problema con un nuevo enfoque, la teoría de criterios múltiples, debido a que hay que ver la problemática de los sistema de ingeniería desde no de una sola arista o dimensión, casi siempre confluyen más de una, por lo que se debe tener en cuenta, para una mejor ayuda a la toma de decisión por parte de los decisores.

### **1.2 Estado del arte.**

Desde 2004, Cuba ha importado más de 70 000 grupos electrógenos, según datos (ONEI, 2020), estos equipos han sido empleados en la isla desde inicios de la década del 2000 con el fin de aliviar la carga de las termoeléctricas en el Sistema Electroenergético Nacional (SEN). No obstante, debido a su dependencia de combustibles fósiles, su funcionamiento se afecta cuando el país enfrenta situaciones de escasez de estos recursos, también la falta de financiamiento para la adquisición de piezas de repuesto y materiales necesarios para su mantenimiento ha ocasionado que los grupos presenten fallas en sus componentes. Estos grupos electrógenos son equipos formados por un motor primario de combustión interna y un generador sincrónico de corriente alterna, acoplados mecánicamente para producir energía eléctrica, y pueden consumir fuel, diésel o gas natural, explica la ONEI, estos pueden funcionar de dos formas: conectados al SEN para solucionar déficits de potencia y contingencias, o aislados, con el fin de suministrar energía eléctrica en lugares donde no llega la red nacional y de brindar servicio en caso de emergencia, cuando exista un fallo, desconexión o insuficiencia del fluido eléctrico en entidades esenciales para los procesos productivos del país, el uso en caso de emergencia se encuentra

regulado por la Resolución 299 de 2015 del Ministerio de Energía y Minas (Minem). Según Arronte ,2021, ministro de Energía y Minas, explicó que los grupos electrógenos empleados en Cuba operan con diésel y fuel, los primeros cubren los picos de máxima demanda y proveen electricidad en caso de averías o de mantenimiento a las unidades de mayor potencia; mientras que los segundos forman parte de la generación base del sistema.

### **1.3 Gestión del mantenimiento**

Con las exigencias de incremento de la calidad de productos y servicios hechos por los consumidores, el mantenimiento pasó a ser un elemento tan importante como lo equivalente a lo que se venía practicando en operación (Tavares, 1996). Es por esto que debe llevarse a cabo una buena gestión de mantenimiento para apoyar el proceso decisional de cada en la ISO 9000:2001, se define la gestión como el conjunto de actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización. De acuerdo con (Rodríguez Machado; Borroto Pentón y Alfonso ,2012) la gestión de mantenimiento puede ser definida como: “el proceso de planificación, organización, ejecución e intervención en las tareas relacionadas con el mantenimiento, buscando la forma de retroalimentar el ciclo para que, en la medida de lo posible mejorar la gestión, logrando un alto índice de calidad de los productos y/o servicios y una mayor disponibilidad de los activos físicos”.

#### **1.3.1 Ciclo de gestión del mantenimiento**

La gestión de mantenimiento abarca el cumplimiento de un conjunto de funciones: la planificación, la organización, la ejecución y el control. A continuación, se especifica cada una por separado.

##### **Planificación:**

Se denomina planificación del mantenimiento al conjunto de actividades que a partir de las necesidades de mantenimiento, definen el curso de acción y las oportunidades más apropiadas para satisfacerlas, identificando los recursos necesarios y definiendo los medios para asegurar su oportuna disponibilidad.

Deben ser cubiertos por la planificación los aspectos siguientes:

- Planes de mantenimiento.
- Manejo de repuestos y partes.
- Recursos Humanos.
- Manejo de contratistas.
- Recursos físicos.
- Recursos financieros.

(Rodríguez Machado; Borroto Pentón y Alfonso Llanes 2012) plantean que la planificación, en general, puede considerarse como un sistema de tratamiento de la información, ya que, a partir de ciertas entradas, pretende tener una visión del futuro, reflejando a este como una salida en forma de plan.

**Organización:** Organización es “...el patrón de formas en que una cantidad determinada de personas están dedicadas a una compleja serie de labores y combinan sistemática y conscientemente sus esfuerzos individuales, para lograr un fin conocido” (Heber González, 1984), referenciado por (De la Paz Martínez; Borroto Pentón y Alfonso Llanes 2013). La organización como función de dirección, consiste en ordenar y armonizar los recursos humanos, materiales y financieros de que se dispone con la finalidad de cumplimentar un objetivo dado con la máxima eficiencia (Sánchez, 1999). Esta, por lo general, consiste en la programación de todas las actividades tendientes a optimizar la ejecución de un conjunto de tareas en un período generalmente establecido, distribuyendo frente a las necesidades derivadas de la carga de trabajo programable, los recursos con la finalidad de optimizarlos. Para llevar a cabo las funciones que permitan el cumplimiento de los objetivos y la meta del mantenimiento industrial, debe existir un ente organizativo que se encargue de ello, aunque debe haber quedado claro que muchas de las funciones se deberán desarrollar en forma compartida con otras áreas de la empresa.

**Ejecución:** La ejecución del mantenimiento puede realizarse por medios propios, por contratación de los trabajos a terceros o, como es bastante común, contratar una parte y el resto ejecutarlo por medios propios, combinación conocida como mixta. La tendencia generalmente es a las organizaciones de tipo mixto, descentralizadas por sectores (Sotuyo Blanco, 2000). De la (Paz Martínez; Borroto Pentón) y (Alfonso Llanes 2013) plantean que las tareas específicas en la ejecución del mantenimiento son las siguientes:

- Servicios técnicos: revisión, limpieza y fregado, lubricación, pruebas de regulación (ajustes y tolerancias perdidos por causas imprevistas) y conservación para la no operación.
- Protección contra la corrosión activa o pasiva: pintura y protecciones especiales.
- Inspecciones: controles del desgaste, revisión de los instrumentos de medición y revisión de los dispositivos de seguridad.
- Reparaciones: pequeñas, medianas y generales. Para ejecutar el mantenimiento por medios propios la empresa debe disponer de personal calificado y de los recursos materiales que se necesitan para desarrollar las labores. Se emplea cuando el volumen de trabajo de mantenimiento asegura una adecuada utilización de personal calificado y de los recursos materiales.

La contratación implica encargar a una organización especializada, mediante contrato, la ejecución de determinados trabajos para los cuales la empresa necesitada no se encuentra apta. Requiere de personal y medios especializados (Tavares, 1996). En mantenimiento siempre es recomendable que los servicios de terceros sean controlados y aplicados adecuadamente. De esta práctica resultan economías favorables, rapidez de soluciones, alternativas para situaciones difíciles y garantía de atención.

**Control:** (Ruszkiewicz 1980), referenciado por (De la Paz Martínez; Borroto Pentón y Alfonso Llanes 2013), plantea que el control es una acción a ser realizada en forma constante en la organización (aunque existe una fuerte tendencia al autocontrol), utilizando mecanismos simples, sobre la base de los objetivos definidos, por un período determinado. Está basado en patrones de comparación preestablecidos, en consecuencia, será eficaz en la medida en que los resultados de su aplicación sean económicos y sirvan para tomar medidas de corrección.

### **1.3.2 Evaluación del mantenimiento**

El mantenimiento debe seguir líneas generales determinadas con anterioridad, de forma tal que la producción no se vea afectada por las roturas o imprevistos que pudieran surgir, esto no se logra si no se tienen claras las funciones en cada área de trabajo, que son controladas para evitar pérdidas de disponibilidad, calidad o aumento de los costos y poder así tomar decisiones que contribuyan al mejoramiento de la organización apoyado en estas evaluaciones.

(Larralde 1994), referenciado en (Borroto Pentón; De la Paz Martínez y Marrero Delgado 2005), define que existen diversas formas de evaluar la gestión de mantenimiento que pueden resumirse en dos grandes grupos:

- Medición de resultados a partir del cálculo y análisis de indicadores de mantenimiento.
- Valoración del desarrollo mediante control directo, principalmente a través de auditorías, que permiten realizar una evaluación más cualitativa y por tanto más flexible para su adecuación en el terreno, en dependencia de los puntos débiles y fuertes que vayan encontrando los auditores.

#### 1.4 Auditoria de mantenimiento

Según *American Accounting Association*: "La auditoría 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 dieron origen, así como determinar si dichos informes se han elaborado observando principios establecidos para el caso".

Las auditorías se pueden clasificar atendiendo a diferentes aspectos:

##### 1. Atendiendo a quien realiza la auditoría:

- Interna: aquella auditoría realizada por el personal de la propia entidad señalando que el mismo no puede ser del departamento de mantenimiento.
- Externa: realizada por una persona u organismo independiente a la entidad que va a ser auditada.

##### 2. Por su frecuencia:

- Sistemática: se realiza de forma permanente o programada donde el auditor realiza y comprueba las operaciones efectuadas desde su última visita.
- Periódica: se realizan al final de un período de trabajo, generalmente fin de año.
- Eventuales: son aquellas que se realizan atendiendo a contingencias especiales que se presentan.
- Por sorpresa: cualquiera de las antes mencionadas puede efectuarse de dos maneras distintas, por sorpresa o con previo aviso.

##### 3. Por su extensión y alcance:

- Máximas o detalladas: esta clase de auditoría es la de mayor amplitud o alcance. En ella el auditor comprueba el total de las operaciones realizadas durante un período determinado, requiere de mucho tiempo para su realización y por ello su costo resulta muy elevado.

- Por pruebas: en estas auditorías no se investigan en detalles todas las operaciones, anotaciones y pases como en las máximas o detalladas, sino que el auditor selecciona una muestra de la cantidad de operaciones y con ellas hace su trabajo. Se originan por la necesidad, tanto económica como de tiempo, de realizar la verificación sin tener que revisar todas las operaciones.

4. De acuerdo con los objetivos fundamentales que se persigan:

- Financiera o de estados financieros.
- De gestión u operacional. Las auditorías constituyen un mecanismo de control que evalúa una o varias actividades dentro de una organización, dependiendo del área auditada se le otorgan diferentes clasificaciones: auditoría de recursos humanos, de informática, de mantenimiento, de sistema de gestión de calidad y medio ambiental, entre otras.

#### **1.4.1 Principios de la auditoría.**

Los principios de la auditoría están relacionados esencialmente con los auditores y la posición que deben adoptar en el momento de la realización de la misma. Estos principios son definidos en la Norma ISO19011:2008 y se relacionan a continuación:

- Conducta ética: el fundamento de la profesionalidad. La confianza, la integridad, la confidencialidad y la discreción son esenciales en la auditoría.
- Presentación imparcial: es la obligación de informar con veracidad y exactitud los hallazgos, conclusiones e informes de la auditoría que reflejan con veracidad y exactitud las actividades de la auditoría. Se informan, además, los obstáculos significativos y opiniones divergentes.

Debido cuidado profesional: es la aplicación del cuidado razonable al auditar. Los auditores proceden con el debido cuidado, de acuerdo con la importancia

de la tarea que desempeñan y la confianza depositada en ellos por el cliente de la auditoría y por otras partes interesadas, el tener la competencia necesaria es un factor importante.

### **Principios relacionados con la auditoría:**

**Independencia:** es la base para la imparcialidad y la objetividad de las conclusiones de la auditoría, los auditores son independientes de la actividad que es auditada y están libres de errores y conflicto de intereses, ellos mantienen una actitud objetiva a lo largo del proceso de auditoría para asegurarse de que los hallazgos y conclusiones estén basados sólo en la evidencia de la auditoría.

**Enfoque basado en la evidencia:** es el método racional para alcanzar conclusiones fiables y reproducibles en un proceso de auditoría sistemático, la evidencia de la auditoría es verificable, está basada en muestras de la información disponible, ya que una auditoría se lleva a cabo durante un período de tiempo delimitado y con recursos finitos, el uso apropiado del muestreo está estrechamente relacionado con la confianza que puede depositarse en las conclusiones de la auditoría.

#### **1.4.2 Procedimiento para la realización de una auditoría de mantenimiento.**

El procedimiento asumido para la realización de la auditoría de mantenimiento es el propuesto por (Borroto Pentón ,2005) para las instalaciones hospitalarias en Cuba con las adecuaciones pertinentes realizadas por (De Posada Lemus, 2009), (Rojas Álvarez y Borroto Pentón, 2011) para su aplicación al sistema empresarial y presupuestado cubano. En la actualidad en Cuba, ministerios y entidades tienen establecido cómo llevar a cabo el mantenimiento en las organizaciones, pero no cómo evaluar la gestión del mantenimiento a través de la realización de una auditoría operacional, figura 1.1.

## **Etapa 1** Inicio de la auditoría de mantenimiento

- 1.1 Selección del equipo auditor
- 1.2 Preparación del plan de auditoría
- 1.3 Asignación de tareas

## **Etapa 2** Realización de las actividades de la auditoría *in situ*

- 2.1 Realización de la reunión de apertura
- 2.2 Realización del diagnóstico de mantenimiento

## **Etapa 3** Análisis de los resultados de la Auditoría de mantenimiento

- 3.1 Evaluación de las áreas y funciones auditadas
- 3.2 Evaluación de la gestión del mantenimiento
- 3.3 Conclusiones de la auditoría

### **Etapa 1: Inicio de la auditoría de mantenimiento**

En esta primera etapa del procedimiento se debe seleccionar el equipo auditor. Se prepara el plan de auditoría y se asignan las tareas en dependencia de las competencias de los auditores.

#### **Paso 1.1 Selección del equipo auditor**

Se debe seleccionar el equipo auditor teniendo en cuenta las competencias necesarias para lograr los objetivos de la auditoría. Será un equipo creado hasta tanto exista “*ad hoc*” y se debe garantizar su total independencia en la realización de la auditoría, para lo cual, como premisa, dichos auditores deben ser ajenos a las responsabilidades inherentes a cualquier aspecto a auditar. Los auditores deben tener conocimiento y capacidad para:

Recopilar información a través de los métodos diseñados con estos fines.

Verificar que la evidencia de la auditoría sea suficiente.

Evaluar los hallazgos de la auditoría.

Preparar el informe de la auditoría.

### **Paso 1.2 Preparación del plan de auditoría**

El jefe del equipo auditor deberá preparar un plan de auditoría que proporcione la base para el acuerdo entre todos los implicados, este plan incluirá: la definición de los objetivos, el alcance, los criterios de la auditoría, la asignación de recursos y la elaboración del cronograma de realización así como la definición de las áreas y funciones a auditar, los objetivos deben ser definidos por el cliente de la auditoría, en el epígrafe se hizo referencia a ellos, el alcance de la auditoría define la extensión y los límites de la misma, para la definición del alcance de la auditoría se recomienda realizar un trabajo en grupo con especialistas y un análisis detallado de la literatura, así como determinar las áreas y funciones a auditar, la experiencia práctica de los autores indica que la duración de la auditoría de mantenimiento se estima como máximo en cinco días, de la misma forma, la información necesaria para la realización de la auditoría debe cubrir como mínimo un período de tiempo de seis meses, los criterios de la auditoría de manera general constituyen el conjunto de políticas, procedimientos y los requisitos, los cuales se utilizan como una referencia con la cual es comparada la evidencia de la auditoría, en este caso se propone trabajar con estándares de excelencia de mantenimiento, muchos de ellos definidos en la literatura consultada, otros derivados del estudio realizado con especialistas y la experiencia de los autores de esta investigación, en el anexo se muestran las diferentes áreas a auditar propuestas por diversos autores, los recursos asignados deben ser garantizados por el cliente de la auditoría, el cronograma de realización de la auditoría de mantenimiento es elaborado por el jefe del equipo auditor, considerando el alcance de las actividades de la auditoría in situ.

### **Paso 1.3 Asignación de tareas**

El jefe del equipo auditor realizará la asignación de tareas a cada miembro del equipo, considerando la competencia y la independencia de los auditores y el uso eficaz de los recursos.

### **Etapa 2: Realización de las actividades de la auditoría *in situ***

En esta etapa se realiza la reunión de apertura de la auditoría y el diagnóstico de mantenimiento.

#### **Paso 2.1 Realización de la reunión de apertura**

Coincidiendo con lo planteado en la ISO 19011:2004 en esta reunión participa la dirección de los auditados y el equipo auditor. La misma es dirigida por el jefe del equipo auditor el cual presenta al equipo auditor y el plan de auditoría.

#### **Paso 2.2 Realización del diagnóstico de mantenimiento**

La realización del diagnóstico de mantenimiento constituye un elemento muy importante en la auditoría, ya que permite detectar las fortalezas y debilidades de la empresa objeto de estudio respecto a la gestión del mantenimiento. Una vez realizado el diagnóstico la entidad auditada traza un plan de acción que solucione las deficiencias detectadas. La recopilación, verificación y análisis de la información se propone realizarla a través de examen documental, observación directa, entrevistas y guías de diagnóstico que contengan los estándares para evaluar la gestión del mantenimiento.

### **Etapa 3: Análisis de los resultados de la auditoría de mantenimiento**

Para llevar a cabo el análisis de los resultados de la auditoría de mantenimiento se propone realizar las acciones siguientes: evaluación de las áreas y funciones auditadas, evaluación de la gestión del mantenimiento, conclusiones de la auditoría.

#### **Paso 3.1 Evaluación de las áreas y funciones auditadas**

Cada uno de los aspectos analizados en las distintas funciones pertenecientes a las áreas auditadas se valora en una escala.

#### **Asignación a las áreas y a las funciones de un orden de prioridad**

Los expertos asignan a las áreas y funciones un orden de prioridad, “de 1 a n” en el caso de las áreas y “de 1 a mg” en el caso de las funciones, según la preferencia o nivel de importancia que poseen para el evaluador, de forma tal que el valor “1” representará el de menor importancia en la gestión del mantenimiento en la empresa. Este es un aspecto que requiere de un período de reflexión de los auditores, a fin de que los resultados finales no puedan ser objetados con el argumento de que no se ha contado con todos y que, en el caso de haber considerado su opinión, los resultados podrían haber sido diferentes.

#### **2. Análisis de la concordancia en el juicio de los expertos**

Una vez asignado el orden de prioridad a las áreas y funciones a auditar se determina si existe concordancia o no en el juicio de los expertos. Para esto se recomienda utilizar la Prueba de concordancia de Kendall referida por (Siegel, 1972). En caso de no existir concordancia entre el juicio de los expertos se vuelve al paso 1. De comprobar la existencia de concordancia entre los expertos, se ordenan definitivamente las áreas y funciones a auditar dado por el valor de

las diversas sumas de rango. Con este orden definitivo se calcula el peso de las áreas y funciones a auditar, **Wg-OS** y **Wdg-OS** a través del método de ordenación simple que es el método multicriterio de cálculo de peso que se recomienda utilizar, aunque se pueden utilizar otros métodos de cálculo subjetivos para la determinación del peso de cada criterio que aparecen en el libro *“Decisiones multicriterio. Fundamentos teóricos y utilización práctica”* de (Barba-Romero y Pomerol, 1997).

### **Paso 3.2 Evaluación de la gestión del mantenimiento**

Para la evaluación de la gestión de mantenimiento se propone el Indicador nivel de la gestión del mantenimiento.

### **Paso 3.3 Conclusiones de la auditoría**

Una vez obtenida la evaluación de la gestión del mantenimiento en la empresa objeto de estudio, el equipo auditor elabora un informe con los resultados obtenidos y las recomendaciones propuestas y se realiza la reunión de cierre de la auditoría. Las conclusiones de la auditoría pueden indicar la necesidad de acciones correctivas, preventivas y/o de mejora, según sea aplicable. Para verificar la implementación de dichas acciones y su eficacia se recomienda realizar una auditoría de mantenimiento a los 6 meses de implementadas las mismas. A continuación, se enumeran algunos aspectos que podrían ser incluidos en el informe:

1. Objeto.
2. Alcance de la auditoría.
3. Documentación de referencia.
4. Datos generales de la planta o instalación.
  - 4.1. Grado de automatización.
  - 4.2. Antigüedad de las instalaciones.
  - 4.3. Ubicación geográfica, problemas derivados de esa ubicación

4.4. Jornada de trabajo

5. Diagnóstico de mantenimiento: áreas y funciones evaluadas.

6. Resumen de los problemas detectados en la auditoría, este informe debe identificar como problemas detectados a todos aquellos aspectos, de igual modo pueden quedar apuntadas las acciones correctivas o de mejoras a emprender.

## **1.5 Auditoría o evaluación del mantenimiento.**

### **Concepto de Mantenimiento**

Se pueden encontrar infinidad de definiciones para el concepto de mantenimiento según los criterios de cada autor. A partir de los estudios realizados respecto al tema se puede definir el mantenimiento como: el conjunto de tareas que se ejecutan sobre un componente, equipo o sistema para asegurar que continúe realizando las funciones que se esperan de él, dentro de su contexto operacional. Concerniente al objetivo principal del mantenimiento, existe un grupo de planteamientos que coinciden en definirlo, de manera general, como: conseguir el nivel máximo de efectividad en el funcionamiento del sistema productivo y/o de servicios con la menor contaminación del medio ambiente y mayor seguridad para el personal al menor costo posible. Todo lo anterior implica: conservar el sistema de producción y/o servicios.

### **Evolución del mantenimiento en el mundo**

La evolución histórica del mantenimiento ha cursado por un grupo de generaciones. John Moubray, en el año 1991, plantea el desarrollo del mantenimiento a través de tres generaciones, más tarde se agrega una cuarta, y en la actualidad se habla de que el mantenimiento se encuentra cursando por la quinta generación de su desarrollo. A continuación, se detalla el contenido de cada una de estas generaciones.

## **Primera Generación**

La primera generación cubre el período entre 1930 y la Segunda Guerra Mundial. En esta época la industria estaba poco mecanizada y por tanto los tiempos fuera de servicio no eran críticos, lo que llevaba a no dedicar esfuerzos en la prevención de fallos de equipos. Además, al ser maquinaria muy simple y normalmente sobredimensionada, los equipos eran muy fiables y fáciles de reparar, por lo que no se hacían revisiones sistemáticas salvo las rutinarias de limpieza y lubricación. El único mantenimiento que se realizaba era el de “Reparar cuando se averíe”. La **primera generación** tuvo como objetivo principal: reparar cuando se rompiera, esto limitaba solamente a realizar un mantenimiento correctivo.

## **Segunda Generación**

La Segunda Guerra Mundial provocó un fuerte aumento de la demanda de toda clase de bienes, este cambio unido al acusado descenso en la oferta de mano de obra que causó la guerra, aceleró el proceso de mecanización de la industria, conforme aumentaba la mecanización, la industria comenzaba a depender de manera crítica del buen funcionamiento de la maquinaria, esta dependencia provocó que el mantenimiento se entrara en buscar formas de prevenir los fallos y por tanto de evitar o reducir los tiempos de parada forzada de las máquinas, con este nuevo enfoque del mantenimiento, apareció el concepto de mantenimiento preventivo, en la década de los 60, éste consistía fundamentalmente en realizar revisiones periódicas a la maquinaria a intervalos fijos., además se comenzaron a implementar sistemas de control y planificación del mantenimiento con el objetivo de controlar el aumento de los costes de mantenimiento y planificar las revisiones a intervalos fijos, la segunda generación perseguía como objetivos: mayor disponibilidad de la planta, mayor vida de los equipos, menor costo, lo que generó la planificación del mantenimiento, sistemas de control para el mantenimiento y la incorporación de

la informática al mantenimiento a través de grandes ordenadores.

### **Tercera Generación**

Se inició a mediados de la década de los setenta, cuando se aceleraron los cambios a raíz del avance tecnológico y de las nuevas investigaciones, la mecanización y la automatización siguieron aumentando, se operaba con volúmenes de producción muy levados, cobraban mucha importancia los tiempos de parada debido a los costos por pérdidas de producción. Alcanzó mayor complejidad la maquinaria y aumentaba nuestra dependencia de ellas, se exigían productos y servicios de calidad, considerando aspectos de seguridad y medio ambiente y se consolidó el desarrollo del mantenimiento preventivo, la tercera generación centralizó sus tareas en los siguientes objetivos: mayor disponibilidad y fiabilidad, mayor seguridad, mayor calidad del producto, respeto al Medio Ambiente, mayor vida de los equipos y eficiencia de costes, dando lugar a técnicas como: monitoreo de condición, diseño basado en fiabilidad y mantenibilidad, estudios de riesgo, utilización de pequeños y rápidos ordenadores, Modos de Fallo y Causas de Fallo (FMEA, FMECA), sistemas expertos, polivalencia y trabajo en equipo.

### **Cuarta Generación**

En los últimos años se vivió un crecimiento muy importante de nuevos conceptos de mantenimiento y metodologías aplicadas a la gestión del mantenimiento. Hasta finales de la década de los 90, los desarrollos alcanzados en la tercera generación del mantenimiento incluían:

- Herramienta de ayuda a la decisión, como estudios de riesgo, modos de fallo y análisis de causa de fallo.
- Nuevas técnicas de mantenimiento, como el monitoreo de condición

- Equipos de diseño, dando mucha relevancia a la fiabilidad y mantenibilidad.
- Un cambio importante en pensamiento de la organización hacia la participación, el trabajo en equipo y flexibilidad.

### **Quinta Generación**

Está centrada en la tero-tecnología, esta palabra, derivada del griego, significa el estudio y gestión de la vida de un activo o recurso desde el mismo comienzo (con su adquisición) hasta su propio final (incluyendo formas de disponer del mismo, desmantelar, etc.). Integra prácticas gerenciales, financieras, de ingeniería, de logística y de producción a los activos físicos buscando costes de ciclo de vida (CCV) económicos, es aplicable en todo tipo de industria y proceso, el objetivo principal de su aplicación es mejorar y mantener la efectividad técnica y económica de un proceso o equipo a lo largo de todo su ciclo de vida. (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 (Hurtado, 2005), 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 & 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.

(Corretger Rauet, 1996) 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, (G. Pérez, Giraldo, & Serna, 2006) 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, (Norma, 2001) 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 su cliente, 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. **Enfoques basados 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.

## **Correspondencia entre la metodología propuesta por (Acosta Palmer, 2012) y la auditoría según la NC- ISO 19011:2004**

Las normas ISO son la base para la acreditación de cualquier sistema de gestión. A pesar de las ventajas que representa para una empresa obtener la acreditación en cualquiera o cualesquiera de sus áreas, no son todas las que pueden asumir los gastos (recursos humanos y materiales) que implica este proceso, (Palmer, 2012) Por otra parte, una empresa, esté acreditada o no, su función es gestionar sus procesos y buscar, constantemente, la eficiencia en el logro de esa función. La metodología, que se describe en este capítulo, permite a una empresa auditar y evaluar la gestión de su área de mantenimiento enfocado a sus sistemas y trazar, a partir de sus resultados, una propuesta de mejoras continua. La búsqueda del mejoramiento de la gestión pone a la empresa en una posición más ventajosa para un futuro proceso de acreditación. La aplicación de la metodología propuesta prepara a la empresa para este objetivo en el área de mantenimiento y no está divorciada de la estructura y requisitos que propone la NC- ISO 19011:2004.

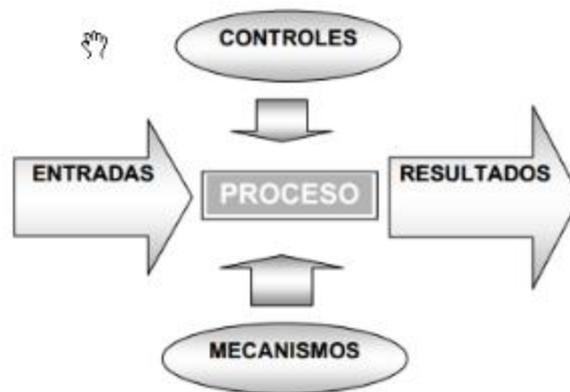
En Cuba no existe una dirección metodológica de cómo enfrentar el proceso de mejora continua en el área de mantenimiento, por lo que se impone establecer las bases generales sobre las cuales se empiece a organizar dicho proceso. (Pentón B, 2005) en su Tesis Doctoral plantea que, si bien es cierto que 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.

A continuación, se presenta una metodología según (Penton B, 2005), figura 1.1

### **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:

- Entradas.
- Resultados
- Mecanismos utilizados para garantizar los resultados.
- Controles internos que se le ejecutan al proceso.
- Los cuatro elementos mostrados no deben escapar al estudio y análisis de cualquier sistema evaluador.



**Figura 1.1 Elemento a tener en cuenta para evaluar cualquier proceso, Acosta, 2012**

Esta propuesta constituye una metodología que se sustenta en seis etapas, las cuales tienen un orden lógico. En la figura 1.1 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.

Etapas de trabajo, según (Acosta, 2012).

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...”, que 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 1.1 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 1.1 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 1.1 Cronograma de ejecución del programa**

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 el anexo 1, Técnicas de recolección de información, se amplía sobre la utilización eficaz de estas técnicas y se muestran un grupo de procedimientos tales como entrevistas, encuestas, métodos de observación, etc. que sirven de referencia para modelar los que se ajusten a las características de la organización objeto de análisis. 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 1.2.

**Tabla 1.2 Modelo de hallazgos y 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.

Modelo matemático propuesto para la evaluación cuantitativa, en la tabla 1.3 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. (Acosta Palmer, H.2006)

En la tabla 1.3 se muestra una propuesta de modelo que facilita la operación de cálculo. En la columna A de la tabla 1.3 se ponderan sobre 100 la importancia y repercusión relativas de cada área respecto al total de la gestión de mantenimiento.

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

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

**Figura 1.2 Expresiones 2.1 y 2.2**

### **Ponderación de funciones**

En la columna B de la tabla 1.3 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, en la figura 1.2 se encuentran las expresiones 2.1 y 2.2 ya mostrada anteriormente. Los valores de la columna C se obtienen calculando el porcentaje de cumplimiento de los componentes de cada función, para ello se tiene en cuenta la calificación obtenida y el patrón propuesto. 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 porcentaje 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 porcentaje obtenido se divide entre diez y ese es el valor que se coloca en la columna C.

**Tabla 1.3 Ponderación de funciones y Tratamiento de Datos.**

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 3.3

Con las valoraciones obtenidas para cada área en la columna D y del total final de la columna E de la tabla 1.3 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 1.4 se muestra un ejemplo de cómo se refleja el resultado de cada Área de Actuación en el

informe final y en la figura 3.3, se muestra tal como se refleja el resultado graficado de cada área de actuación.

**Tabla 1.4 Ejemplo del resultado 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

### 1.5.1 Áreas de Actuación de la Gestión del Mantenimiento.

Desde un punto de vista práctico se hizo necesario dividir la Gestión de Mantenimiento en las llamadas Áreas de Actuación (Fabree, 1991), no solo para poder evaluar el nivel del trabajo, sino para facilitar su estudio y la introducción del proceso de mejora continua en cada uno de sus aspectos, debido a que desde una visión general es muy difícil enfrentarlo dada su complejidad y amplitud. La decisión de dividir el área de mantenimiento en áreas de actuación como apoyo al trabajo de evaluación, resulta un elemento sumamente valioso, pues permite detectar las fortalezas y debilidades de la gestión de mantenimiento y por lo tanto actuar sobre ellas, ya sea reforzando unas o corrigiendo las otras. Es importante considerar las condiciones del escenario en que se está desarrollando la actividad para poder apreciar las oportunidades que este pudiera brindar y aprovecharlas al máximo, así como conocer las barreras o amenazas que hay que vencer.

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

Aunque Acosta Palmer, 2012 encontró más apropiado para la definición de los pesos, el método Delphi, el cual consiste en la selección de un grupo de expertos a los que se entrevista y 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 (Landeta, J 1999; Listone, H, Turroff, M). 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. Para esta investigación además del método antes descrito se propone el método Análisis Jerárquico de Proceso, a la hora de evaluar y seleccionar los pesos, mediante el juicio de los expertos. A continuación, en la tabla 1.5, se presentan una descripción de cada una de las áreas de actuación que integran la función mantenimiento y las funciones asociadas a cada una de ellas, que en adelante llamaremos dimensiones y criterios.

**Tabla 1.5 Ejemplo de áreas de actuación y funciones de la Gestión de Mantenimiento.**

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

### 1.5.2 Dimensión Organización General del Mantenimiento

Como toda área de la empresa, mantenimiento también debe tener una organización formal, con la adecuada descripción de funciones y la consiguiente asignación y control de las responsabilidades de cada puesto, asimismo debe ocupar un lugar de primer orden en la estructura organizativa y de mando de la empresa u organización, debe existir entre el personal una actitud de esfuerzo y orgullo en la consecución de los objetivos organizacionales. La aplicación de las modernas herramientas informáticas a la gestión del mantenimiento es una necesidad impostergable en la actualidad, este es uno de los aspectos por los que mantenimiento tendrá el estatus adecuado en la empresa y el trabajo a ejecutar realmente aportará a la competitividad de la misma, 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, 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.

**Dimensión 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 atender, así como el dominio de sistemas modernos para su implantación y su adecuada explotación, estos pilares debe 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.

#### **Dimensión Ingeniería**

La ingeniería cubre 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 la ejecución de los trabajos de mantenimiento se realiza 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. Debe incluirse en la calificación de este apartado todos los aspectos relacionados con el mantenimiento preventivo y las inspecciones, instrucciones técnicas, programas, planes, etc.
- Las técnicas de diagnóstico por vibraciones, ruido, etc. constituyen hoy un complemento avanzado en cuanto a la garantía de la confiabilidad operacional de los sistemas y equipos, además le tributa un valor agregado nada despreciable a la seguridad operacional, se evaluará el nivel de utilización de estas técnicas y el conocimiento que de ellas se tenga.
- Se evaluará el conocimiento y la aplicación de la filosofía de los Sistemas de Gestión de Seguridad Operacional, como parte integral de la cultura de seguridad de la empresa.
- La evaluación se hace sobre la cantidad, calidad y localización rápida de lo disponible y utilizado por los técnicos de mantenimiento, así como del esfuerzo que dicha área hace para su mejora y puesta al día.

## **Dimensión 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.

## **Dimensión 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.

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.

#### **1.5.3 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.

#### **1.5.4 Conclusiones parciales del capítulo**

- La investigación realizada muestra que no hay establecido un procedimiento integral para auditar y evaluar la gestión de calidad del mantenimiento, con enfoque de criterios múltiples, que permita el uso racional de los recursos asignados a las actividades programadas y comprobar que la operación de equipos sea eficaz en la Empresa Geysel de Holguín;
- Se propuso una expresión teórica con bases informática, bien fundamentada, robusta y de buenas prestaciones para determinar la

calidad en la gestión del sistema de mantenimiento y operación; a partir de los diferentes criterios de los autores analizados se deduce un algoritmo para alcanzar el procedimiento y la expresión teórica citada para en la Empresa de Geysel de Holguín.

## **CAPITULO II MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1 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, y como aporte de esta investigación es la inserción de un método matemáticos multicriterio, primero la utilización de la media geométrica propuesta por (Saaty, 1987), para unificar los pesos de los criterios y luego el Análisis Jerárquico de Procesos, para la evaluación de las dimensiones, producto del juicio emitido por los expertos.

### **2.2 Descripción del objeto de estudio.**

Más de la mitad de la generación de energía en Cuba depende de las centrales termoeléctricas; mientras, otras formas de generación como las fuentes de energía renovables ocupan solo un 6 %, la paralización de cualquier unidad termoeléctrica causa un déficit complicado de cubrir, pues según el ministro de Energía y Minas, (Arronte Cruz, 2021) el SEN «opera con reservas bajas». El sistema Electroenergético cubano cuenta con ocho centrales térmicas, entre las que se distribuyen 19 unidades de generación, cuya potencia nominal es:

1. La Máximo Gómez, en Mariel, Artemisa, con tres unidades cada una de 100 MWh, sincronizadas entre la segunda mitad de la década de 1970 y la primera de 1980;
2. Otto Parellada, en La Habana, con una unidad de 60 MWh, sincronizada en 1971;
3. Ernesto Che Guevara, en Santa Cruz del Norte, Mayabeque, con tres unidades cada una de 100 MWh, sincronizadas a finales de la década de 1980;
4. Antonio Guiteras, en Matanzas, con una unidad de 330 MWh, sincronizada en 1988;

5. Carlos Manuel de Céspedes, en Cienfuegos, con dos unidades de 158 MWh cada una, sincronizadas en la segunda mitad de la década de 1970;
6. Diez de octubre, en Nuevitas, Camagüey, con tres unidades de 125 MWh, sincronizadas en la primera mitad de la década de 1980;
7. Lidio Ramón Pérez, en Felton, Holguín, con dos unidades de 250 MWh cada una, sincronizadas en 1996 y 2000.
8. Antonio Maceo en Santiago de Cuba, con cuatro unidades cada una de 100 MWh, sincronizadas en la primera mitad de la década de 1980.

A eso se suman cuatro centrales flotantes contratadas a Turquía bajo acuerdos sucesivos desde 2019. En conjunto pueden generar 330 MWh y funcionan con fuel Oil. Se hallan ancladas en las bahías de Mariel y La Habana, donde previsiblemente también será ubicada una quinta planta similar, de 15 MWh de potencia, que en las próximas semanas llegará a Cuba. En septiembre de 2021, según Guzmán Pacheco, director de Generación Térmica de la UNE, esta tecnología contaba con una capacidad instalada de 2 608 MWh divididos en 20 bloques de generación —un mes antes, el ministro de Energía y Minas había contabilizado uno menos— con un promedio de 35 años de explotación. La tecnología provenía la mitad de la extinta Unión Soviética, un 30 % de la antigua Checoslovaquia, y las demás, de Francia y Japón. La demanda mínima, en agosto de 2021, se registraba en los 2 000 MWh a las cuatro de la madrugada y a lo largo del día se producían dos «picos» de consumo que sobrepasaban los 2 500 MWh.

La planta habanera es la única que se encuentra paralizada, probablemente de manera definitiva. La Otto Parellada tiene un solo bloque térmico de 60 MWh, que además de ser el más antiguo del país lleva años motivando críticas por la contaminación que ocasiona en una zona densamente poblada de la capital.

Debido a los diferentes fallos presentados por estas Centrales Térmica, y a la estrategia de la generación distribuidas por las diferentes afectaciones por eventos naturales y climáticos comenzó la importación de los grupos electrógeno como se enuncia:

Según datos de la ONEI, de 2004 a 2020 Cuba importó un total de 73 420 grupos electrógenos, por un valor de 1 499 084 000 pesos cubanos, los cuales se instalaron de manera aislada o conectados al SEN. Los años con mayores importaciones fueron 2006 y 2008 con 17 792 y 20 983 grupos electrógenos, respectivamente. A partir de 2009, las importaciones comenzaron a disminuir, pero en 2016 aumentaron nuevamente hasta alcanzar un máximo de 8 516 unidades, adquiridas en 2018. Para 2020, había 1 527 grupos electrógenos conectados al SEN, un número relativamente pequeño en comparación con las importaciones de los últimos años. Los territorios con mayor cantidad de grupos electrógenos instalados son Mayabeque (149), Holguín (140) y Ciego de Ávila (136); mientras que la Isla de la Juventud presenta el número más bajo de Cuba: 15 grupos electrógenos.

De los 1 527 instalados, 977 eran de diésel y 550 de fuel. La cantidad de grupos de este último tipo no ha variado en los últimos años, pero la cifra de los de diésel se ha incrementado en comparación con 2016.

A pesar de que en 2019 y 2020 no hubo cambios en la cantidad de grupos electrógenos, su potencia instalada disminuyó de un año a otro, de 3 056 GW (gigavatios) a 2 696.6. Esto se debió a que la potencia de los grupos con diésel cambió de 1 677.6 GW en 2019 a 1 318.2 GW en 2020, mientras la de fuel se mantuvo en 1 378.4 GW los dos años. Esta es la potencia activa máxima continua que es capaz de entregar un bloque o unidad generadora medida en los terminales del generador, señala la ONEI; es decir, la cantidad de energía que se puede generar. Al mismo tiempo, la generación de electricidad —medida en vatios por hora (GWh) — registra la potencia que se transmite durante un período determinado, en este caso, una hora. En 2020, el consumo del país era de 17 003.8 GWh.

Resulta relevante que, aunque existe una menor cantidad de grupos de fuel conectados al SEN, son capaces de generar mayor electricidad que los de diésel.

En 2020 estos últimos contribuyeron en 6.4 % a la generación total de la isla, mientras que los primeros contribuyeron en 14.35 %.

En Holguín la Empresa Geysel gestiona los 140 equipos con que cuenta la provincia, esta empresa fue creada el 4 de octubre de 1995, integrada a la Unión Eléctrica, en forma abreviada UNE, subordinada al Ministerio de Energía y Minas, teniendo como su objeto social:

1. Brindar servicio de operación, mantenimiento y reparación de los Grupos Electrónicos.
2. Producir y comercializar cuadros eléctricos de medias y baja tensión.

Y como actividades secundarias derivadas de su objeto social las siguientes:

1. Prestar servicio de arrendamiento de grupos electrógeno, torres de iluminación, equipos tecnológicos, moto soldaduras y motobombas.
2. Realizar estudio y proyección de instalación eléctricas, así como brindar servicios de instalación, remodelación y mantenimiento de dichas instalaciones.

### **2.3 Misión de la Empresa Geysel**

Garantizar la generación eficiente y sustentable de energía eléctrica con motores de combustión diésel, respondiendo a los requisitos del Sistema Electroenergético Nacional (SEN), con profesionalidad y confiabilidad, atender los Grupos Electrónicos de Emergencia que sincronizan al SEN, así como los que garantizan el servicio al primer nivel y brindar servicios técnicos eléctricos a la UNE y terceros.

#### **2.3.1 Visión**

Ser reconocidos como la empresa líder en los servicios y producciones que realizamos y que la certificación por GEYSEL sea el certificado de gestión de la más alta estima, ampliamente aceptada en el mercado de grupos electrógenos y servicios eléctricos.

### **2.3.2 Valores compartidos**

1. Exigencia
2. Sentido de Pertenencia
3. Disciplina
4. Compromiso
5. Trabajo en Equipo

### **2.3.2 Procesos estratégicos necesarios de la organización:**

Operaciones, Mantenimiento y Técnica, constituyen procesos clave en nuestra organización y a la vez clasifican como procesos estratégicos, porque la generación con Grupos Electrónicos de Servicio (GES) y Grupos Electrónicos de Emergencia (GEE) depende de la eficaz gestión de los mismos.

La Proyección Estratégica Empresarial, se elabora con el objetivo de que se instituya en el documento contentivo del programa de la alta dirección de la organización para cumplir nuestro objeto social:

- Brindar servicios de selección, proyección, instalación, puesta en marcha, mantenimiento, explotación y reparación de grupos electrógenos, torres de iluminación, motosoldadoras, motobombas y centrales eléctricas.
- Producir y comercializar de forma mayorista cuadros eléctricos de media y baja tensión.
- Realizar estudios y proyección de instalaciones eléctricas, así como brindar servicios de instalación, remodelación y mantenimiento de dichas instalaciones.

La Estrategia Empresarial de Geysel, se basa en los Lineamientos del Partido, las regulaciones legales vigentes para la implementación del perfeccionamiento empresarial, las Normas NC ISO 9001: 2015, y la Contraloría General de la República.

Nuestro sistema está integrado por requisitos que comprenden a todas las áreas de la empresa y que son:

- Planificación de los sistemas
- Implementación, operación y funcionamiento
- Evaluación y control del desempeño
- Revisión del Sistema por la Dirección

La estrategia abarca la totalidad de los procesos estratégicos relacionados con los servicios que brinda nuestra organización y que se identifican a continuación:

- Explotación de los Grupos Electrónicos
- Instalación de Grupos Electrónicos que sincronizan al SEN y los de Emergencia
- Mantenimiento de Grupos Electrónicos que sincronizan al SEN y los de Emergencia
- Reparación de Grupos Electrónicos que sincronizan al SEN y los de Emergencia
- Producción y comercialización de forma mayorista, cuadros eléctricos de media y baja tensión.

### **2.3.3 Objetivos Estratégicos.**

**OBJETIVO No 1:** Alcanzar una generación de 193.4 GWh con una disponibilidad promedio de un 71%, con un índice de consumo de combustible de 216.40 g/kWh. Lineamientos al que está asociado: 98, 105, 107, 184, 199, 206, 207, 271.

**OBJETIVO No.2:** Lograr una disponibilidad del 83 % de los Grupos Electrónicos de Emergencia. Lineamientos al que está asociado: 199, 255, 271.

**OBJETIVO No.3:** Lograr la ejecución del plan de inversiones al 90%. Lineamientos al que está asociado: 88, 89, 90, 93, 206, 271

OBJETIVO No 4: Lograr el cumplimiento de las acciones previstas para el control del combustible. Lineamientos al que está asociado: 6, 8, 108, 255, 271.

OBJETIVO No.5: Lograr el 90 % de las acciones previstas del Programa de Implementación del Sistema de Gestión de la Calidad (SGC). Lineamientos al que está asociado: 109, 255, 271.

### **Procesos de Apoyo**

- Capital Humano
- Logística
- Transporte
- Inversiones
- Economía
- Servicios Generales

### **Propuesta del procedimiento para la solución del problema**

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

#### **2.4 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 (AHP) para la nueva propuesta de pesos a las áreas funcionales
- 6) Análisis de resultados.
- 7) Informe final y recomendaciones.

#### **2.4.1 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 del 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 1.3 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 1.3 se muestra una propuesta de modelo que facilita la operación de cálculo. En la columna A, se ponderan sobre 100 la importancia y repercusión relativas de cada área respecto al total de la gestión de mantenimiento, como se muestra en la ecuación 2,1 y 2,2.

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

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

### **Ponderación de funciones.**

En la columna B de la tabla 1.3 se ponderan sobre 100 las funciones dentro de cada área según su importancia y repercusión relativas.

#### **2.4.2 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 porcentaje de cumplimiento de los componentes de cada función, para ello se tiene en cuenta la calificación obtenida y el patrón propuesto 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 porcentaje 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 porcentaje obtenido se divide entre diez y ese es el valor que se coloca en la columna C.

**Tabla 1.3 Ponderación de las funciones de cada área de actuación y sus funciones, fuente (Fabres L, 1991)**

**Análisis de resultados de la tabla 1.3**

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												

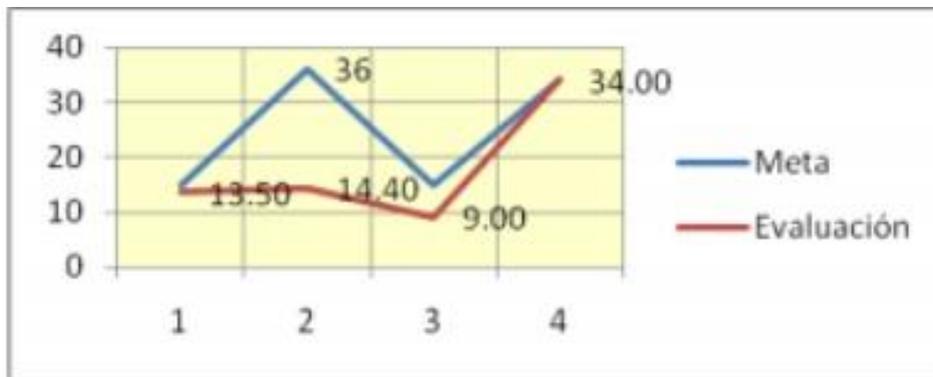
Con las valoraciones obtenidas para cada área en la columna D y del total final de la columna E de la tabla 1.3 se tiene una medición en expresiones numéricas del resultado de la auditoría. Estas calificaciones constituyen su análisis espectral y pueden servir tanto para identificar áreas y funciones de mejora como para comparar resultados con sucesivas auditorías.

En la tabla 2.1 se muestra un ejemplo de cómo se refleja el resultado de cada Área de Actuación en el informe final y en la figura 2.1, se muestra tal como se refleja el resultado graficado de cada área de actuación.

**Tabla 2.1 Ejemplo de resultado de un área de actuación después de la evaluación**

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 2.1 Gráfico de los resultados de la evaluación a un área de actuación.**



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

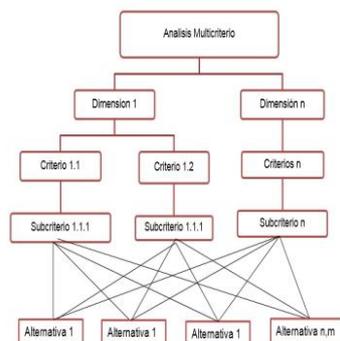
Acosta P (2011), encontró más apropiado para la definición de los pesos, el método Delphi, el método consisten en la selección de un grupo de expertos a los que se les pregunta su opinión sobre cuestiones referidas a aspectos de su competencia. Las estimaciones de los expertos se realizan en sucesivas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

(Reguant Álvarez & Torrado Fonseca, 2016) 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. Se presentan cada una de las áreas de actuación que integran la función mantenimiento y las funciones asociadas a cada una de ellas:

1. **Dimensión Organización General del Mantenimiento**
2. **Dimensión Recursos Humanos**
3. **Dimensión Ingeniería.**
4. **Dimensión Planificación, Programación y Control**
5. **Dimensión Control Económico**

Luego de concluir esta parte del procedimiento y como antes se había declarado, se introducen los métodos matemáticos multicriterios 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 P (2011).

Figura 2.2 Jerarquía propuesta por Saaty, 2007



La evaluación de cada dimensión en busca del peso o ponderación para evaluar cada alternativa, donde se aplicó la escala Saaty, figura 2.3, obtenemos los siguientes resultados, figura 2.3.

### Escala Saaty.

Y previamente se define el índice de consistencia,  $IC = (\lambda_{max} - n) / (n-1)$ , compuesto por  $\lambda_{max}$ , que no es más que el vector propio (suma de los pesos) y  $n$  el tamaño de la matriz, así como 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  $RI$ .

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

**Figura 2.3 Escala Saaty 2007**

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 & Vargas, 2006); Saaty, 2005a (Saaty, 2005) sugiere que la relación de consistencia debe ser menor a 0.1 para que los resultados sean confiables.

**Tabla 2.2 Evaluación pareada de cada dimensión o criterio según escala Saaty**

	Dimensiones	Metas	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>
D <sub>1</sub>	Organización general del mantenimiento.	<b>18</b>	1	D <sub>12</sub>	D <sub>13</sub>	D <sub>14</sub>	D <sub>15</sub>
D <sub>2</sub>	Recursos humanos.	<b>9</b>	1/ D <sub>12</sub>	1	D <sub>23</sub>	D <sub>24</sub>	D <sub>25</sub>
D <sub>3</sub>	Control Económico.	<b>13</b>	1/ D <sub>13</sub>	1/ D <sub>23</sub>	1	D <sub>34</sub>	D <sub>35</sub>
D <sub>4</sub>	Planificación, programación y control.	<b>28</b>	1/ D <sub>14</sub>	1/ D <sub>24</sub>	1/ D <sub>34</sub>	1	D <sub>45</sub>
D <sub>5</sub>	Ingeniería de mantenimiento.	<b>32</b>	1/ D <sub>15</sub>	1/ D <sub>25</sub>	1/ D <sub>35</sub>	1/ D <sub>45</sub>	1

En la dimensión Organización, queda como se muestra en la tabla 2.3

**Tabla 2.3 Evaluación pareada de cada dimensión o criterio según escala Saaty**

	Criterios	Metas	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>
C <sub>1</sub>	Política	<b>50</b>	1	C <sub>12</sub>	C <sub>13</sub>
C <sub>2</sub>	Informática	<b>30</b>	1/ C <sub>12</sub>	1	C <sub>23</sub>
C <sub>3</sub>	Informes y reportes	<b>20</b>	1/ C <sub>13</sub>	1/ C <sub>23</sub>	1

En la dimensión Recursos Humanos, queda como se muestra en la tabla 2.4

**Tabla 2.4 Evaluación pareada de cada dimensión o criterio según escala Saaty**

	<b>Criterios de la dimensión Recursos Humanos</b>	<b>Metas</b>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>
C <sub>1</sub>	Capacitación	<b>40</b>	1	C <sub>12</sub>	C <sub>13</sub>
C <sub>2</sub>	Entrenamiento	<b>30</b>	1/ C <sub>12</sub>	1	C <sub>22</sub>
C <sub>3</sub>	Estimulación	<b>30</b>	1/ C <sub>13</sub>	1/ C <sub>22</sub>	1

**Tabla 2.5 Evaluación pareada de cada dimensión o criterio según escala Saaty**

	<b>Criterios de la dimensión Recursos Humanos</b>	<b>Metas</b>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>
C <sub>1</sub>	Costos	<b>20</b>	1	C <sub>12</sub>	C <sub>13</sub>	C <sub>14</sub>
C <sub>2</sub>	Indicadores económicos	<b>22</b>	1/ C <sub>12</sub>	1	C <sub>22</sub>	C <sub>23</sub>
C <sub>3</sub>	Presupuesto	<b>25</b>	1/ C <sub>13</sub>	1/ C <sub>22</sub>	1	C <sub>31</sub>
C <sub>4</sub>	Plan económico	<b>33</b>	1/ C <sub>14</sub>	1/ C <sub>23</sub>	1/ C <sub>31</sub>	1

**Tabla 2.6 Evaluación pareada de cada dimensión o criterio según escala Saaty**

Criterios de la dimensión		Metas	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>
C <sub>1</sub>	Planificación	18	1	C <sub>12</sub>	C <sub>13</sub>	C <sub>14</sub>	C <sub>15</sub>
C <sub>2</sub>	Programación	15	1/ C <sub>12</sub>	1	C <sub>22</sub>	C <sub>23</sub>	C <sub>24</sub>
C <sub>3</sub>	Control	12	1/ C <sub>13</sub>	1/ C <sub>22</sub>	1	C <sub>31</sub>	C <sub>32</sub>
C <sub>4</sub>	Ordenes de Trabajo	28	1/ C <sub>14</sub>	1/ C <sub>23</sub>	1/ C <sub>31</sub>	1	C <sub>41</sub>
C <sub>5</sub>	Tercerización	27	1/ C <sub>15</sub>	1/ C <sub>24</sub>	1/ C <sub>34</sub>	1/ C <sub>41</sub>	1

**Tabla 2.7 Evaluación pareada de cada dimensión o criterio según escala Saaty**

Criterios de la dimensión Ingeniería de Mantenimiento		Metas	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>
C <sub>1</sub>	Mantenimiento Preventivo	15	1	C <sub>12</sub>	C <sub>13</sub>	C <sub>14</sub>	C <sub>15</sub>
C <sub>2</sub>	Documentación	15	1/ C <sub>12</sub>	1	C <sub>22</sub>	C <sub>23</sub>	C <sub>24</sub>
C <sub>3</sub>	Calidad	18	1/ C <sub>13</sub>	1/ C <sub>22</sub>	1	C <sub>31</sub>	C <sub>32</sub>

C <sub>4</sub>	Medioambiente	12	1/ C <sub>14</sub>	1/ C <sub>23</sub>	1/ C <sub>31</sub>	1	C <sub>41</sub>
C <sub>5</sub>	Seguridad	40	1/ C <sub>15</sub>	1/ C <sub>24</sub>	1/ C <sub>34</sub>	1/ C <sub>41</sub>	1

Y así con las demás dimensiones, luego de tener las encuestas con la evaluación de los juicios de los expertos se introducen el **Software Expert Choice**, herramienta informática que gestiona el método AHP, figura 2.4 (AHT).

**Figura 2.4 Analytic Hierarchy Template (AHT).**

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

**Figura 2.5 Matriz de Comparación Emparejadas.**

Pairwise Comparison Matrix	EVALUACIÓN DE LAS DIMENSIONES				
	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
<b>Cw (Normalised)</b>					
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
0.061	0.908478		4		0.9
0.461	0.926616		5		1.12

## 2.5 Conclusiones parciales del capítulo

1. Se ha detectado cierto desconocimiento de los parámetros que determinan la calidad de la gestión del mantenimiento, reparaciones y operaciones tecnológicas de los equipos e instalaciones con enfoque multicriterio en Empresa Geysel de Holguín.
2. Se han establecido, la fundamentación; el algoritmo y la extensión de un nuevo enfoque del procedimiento donde se introduce la modelación multicriterio a través del AHP, contribuyendo a una nueva metodología que puede generalizarse no solo en el sector de las Unión Nacional Eléctrica con posibilidad en cualquier sector de la economía.

## **CAPITULO III RESULTADO Y DISCUSIÓN.**

### **3.1 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 multicriterios, para el cálculo de los pesos o grado de importancia de criterios y dimensiones, para ello se realizó un análisis de sensibilidad para conocer el grado de robustez de la evaluación realizada, con el empleo de dos escenario, primero ponderando los pesos propuesto por el procedimiento de Acosta Palmer y luego recalculando los pesos de dimensiones y criterios por el método AHP.

### **3.2 Caso de estudio**

Empresa de Geysel de Holguín.

#### **3.2.1 Resultado de la aplicación del procedimiento ante declarado.**

Luego de ser aplicado el instrumento encuesta que se muestra a continuación, la tabla 3.1, listos o procesado a través de una herramienta informática que nos calculará la media geométrica.

Con estos resultados más cerca de un número, producto del consenso de los juicios de los expertos, pasamos a la introducción de los datos como se muestra en la tabla 3.1, donde ya podemos apreciar que el indicador informático de la dimensión Organización general, se evalúa de mal, esto significa que no existe una herramienta informática para la gestión del mantenimiento. Así como la dimensión estimulación de la dimensión Recursos Humanos, dentro de los más relevantes.

**Tabla 3.1**

	GEYSEL							
	Media Geom.	Exper to 1	Exper to 2	Exper to 3	Exper to 4	Exper to 5	Exper to 6	Exper to 7
<b>Indicadores evaluados</b>								
Política	9.1203	9	8	10	9	9	10	9
Informática	5.9106	6	6	5	5	5	8	7
Informes y reportes	8.9681	9	9	10	9	10	8	8
Almacenes y recursos	7.9641	8	7	8	9	8	9	7
Control de los costos	9.8506	10	10	10	10	10	9	10
Indicadores económicos	9.8506	10	10	10	10	10	9	10
Presupuesto	10.0000	10	10	10	10	10	10	10
Plan económico	10.0000	10	10	10	10	10	10	10
Programación	8.9681	10	8	9	9	10	8	9
Planificación	9.3990	10	8	10	9	10	9	10
Control	9.2750	9	9	10	9	10	9	9
Ordenes de Trabajo	9.0000	9	9	9	9	9	9	9
Tercerización	9.8506	10	9	10	10	10	10	10
Mantenimiento Preventivo	7.9820	8	9	7	8	8	8	8
Gestión Lubricación	8.5418	8	8	9	8	10	9	8
Documentación	9.6863	10	8	10	10	10	10	10
Calidad	8.2124	8	6	9	9	8	9	9
Medioambiente	8.2738	8	8	9	8	8	8	9
Seguridad	6.4283	6	5	6	6	10	7	6
Tecnología	7.5550	8	7	8	7	8	8	7
Capacitación	8.9840	9	9	9	9	10	8	9
Entrenamiento	7.7228	8	5	8	8	10	8	8
Estimulación	5.2734	6	3	5	6	6	7	5

Para resumir de forma abreviada la información se muestra en las siguientes tablas 3.2.1 y tabla 3.2.2, en ella se puede apreciar que la dimensión Recursos humanos, Ingeniería y Organización general fueron las dimensiones menos ponderadas, es decir fueron las que menos aportaron a la meta es por eso que la Empresa se encuentra bien el nivel de **Competencia**, debido a que su puntuación fue de 85.03 puntos.

**Tabla 3.2.1 Áreas de Actuación.**

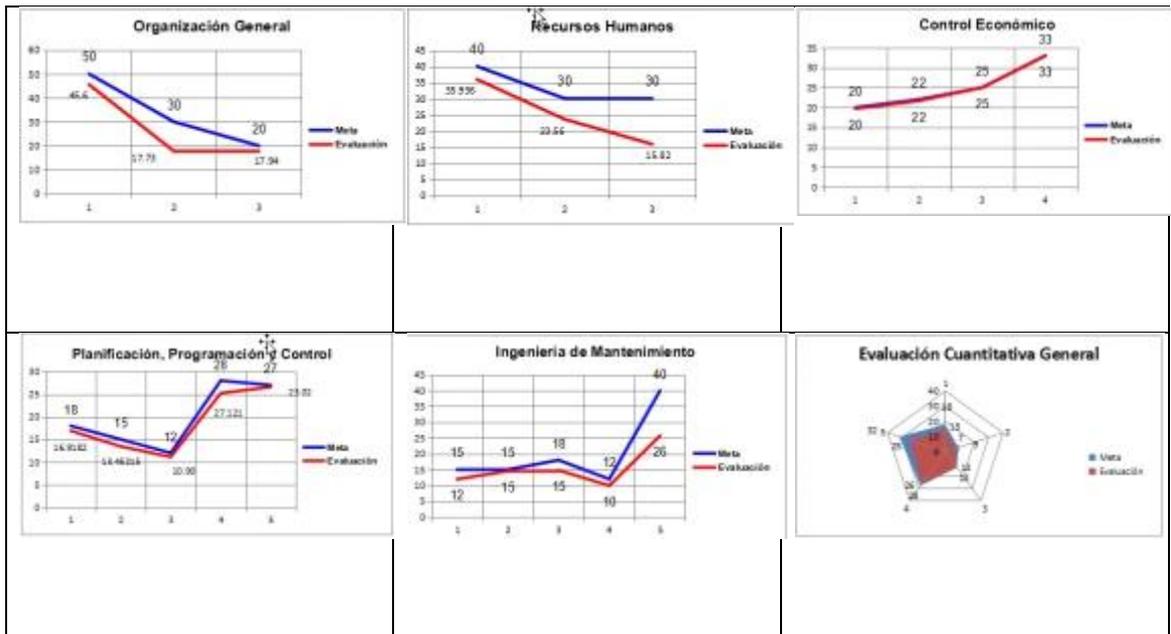
A	Áreas de actuación	B	C (1-5)	D	E	EVALUACIÓN
<b>18</b>	<b>Organización General</b>	<b>100</b>	<b>8.00</b>	<b>81.27</b>	<b>14.63</b>	
	Política	50	9.12	45.60	91.20	EXCELENTE
	Informática	30	5.91	17.73	59.11	MAL
	Informes y reportes	20	8.97	17.94	89.68	BIEN
<b>9</b>	<b>Recursos Humanos</b>	<b>100</b>	<b>7.33</b>	<b>74.92</b>	<b>6.74</b>	
	Capacitación	40	8.98	35.94	89.84	BIEN
	Entrenamiento	30	7.72	23.17	77.23	REGULAR
	Estimulación	30	5.27	15.82	52.73	MAL
<b>13</b>	<b>Control económico</b>	<b>100</b>	<b>9.93</b>	<b>99.37</b>	<b>12.92</b>	
	Costos	20	9.85	19.70	98.51	EXCELENTE
	Indicadores económicos	22	9.85	21.67	98.51	EXCELENTE
	Presupuesto	25	10.00	25.00	100.00	EXCELENTE

	Plan económico	33	10.00	33.00	100.00	EXCELENTE
<b>28</b>	<b>Planificación, Programación y Control</b>	<b>100</b>	<b>9.30</b>	<b>93.30</b>	<b>26.12</b>	
	Planificación	18	9.40	16.92	93.99	EXCELENTE
	Programación	15	8.97	13.45	89.68	BIEN
	Control	12	9.28	11.13	92.75	EXCELENTE
	Ordenes de Trabajo	28	9.00	25.20	90.00	BIEN
	Tercerización	27	9.85	26.60	98.51	EXCELENTE
<b>32</b>	<b>Ingeniería de Mantenimiento</b>	<b>100</b>	<b>8.12</b>	<b>76.93</b>	<b>24.62</b>	
	Mantenimiento Preventivo	15	7.98	11.97	79.82	REGULAR
	Documentación	15	9.69	14.53	96.86	EXCELENTE
	Calidad	18	8.21	14.78	82.12	BIEN
	Medioambiente	12	8.27	9.93	82.74	BIEN
	Seguridad	40	6.43	25.71	64.28	REGULAR

Tabla 3.2.2 Áreas de Actuación

Áreas de actuación	Meta	Evaluación	%
Organización General	18	14.63	81.28
Recursos Humanos	9	6.74	74.89
Control Económico	13	12.92	99.38
Planificación, programación, control	28	26.12	93.29
Ingeniería de mantenimiento	32	24.62	76.94
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>85.03</b>	<b>Competencia</b>

Para la visualización de forma graficada y amena se realiza la siguiente representación, figura 3.1.



**Figura 3.1 Resultados de Metas y Evaluación de los diferentes departamentos de la Empresa Geysel.**

### 3.2.3 Para un Segundo escenario.

Se introducen los pesos de los criterios, se debe dejar claro, que se mantiene el valor de pesos de las dimensiones dada por Acosta Palmer, tabla 3.3, en la columna A, puede verse, 18; 9; 13; 28 y 32 sin embargo se introduce los pesos a los criterios, según los resultados de la aplicación del método AHP, y su herramienta informática Expert Choice.

**Tabla 3.3 Áreas de Actuación de la Empresa Geysel.**

A	Áreas de actuación	B	C (1-5)	D	E	EVALUACIÓN
<b>18</b>	<b>Organización General</b>	<b>100</b>	<b>8.00</b>	<b>71.58</b>	<b>12.88</b>	
	Política	30.3	9.12	27.63	91.20	EXCELENTE
	Informática	60.7	5.91	35.88	59.11	MAL
	Informes y reportes	9	8.97	8.07	89.68	BIEN
<b>9</b>	<b>Recursos Humanos</b>	<b>99.9</b>	<b>7.33</b>	<b>77.31</b>	<b>6.96</b>	
	Capacitación	21.1	8.98	18.96	89.84	BIEN
	Entrenamiento	68.6	7.72	52.98	77.23	REGULAR
	Estimulación	10.2	5.27	5.38	52.73	MAL
<b>13</b>	<b>Control económico</b>	<b>100</b>	<b>9.93</b>	<b>99.52</b>	<b>12.94</b>	
	Costos	25	9.85	24.63	98.51	EXCELENTE
	Indicadores económicos	6.8	9.85	6.70	98.51	EXCELENTE
	Presupuesto	56.1	10.00	56.10	100.00	EXCELENTE
	Plan económico	12.1	10.00	12.10	100.00	EXCELENTE
<b>28</b>	<b>Planificación, Programación y Control</b>	<b>100</b>	<b>9.30</b>	<b>93.67</b>	<b>26.23</b>	
	Planificación	39.3	9.40	36.94	93.99	EXCELENTE
	Programación	4.5	8.97	4.04	89.68	BIEN
	Control	30.7	9.28	28.47	92.75	EXCELENTE

	Ordenes de Trabajo	10.5	9.00	9.45	90.00	BIEN
	Tercerización	15	9.85	14.78	98.51	EXCELENTE
<b>3</b> <b>2</b>	<b>Ingeniería de Mantenimiento</b>	<b>99.7</b>	<b>8.14</b>	<b>78.02</b>	<b>24.96</b>	
	Mantenimiento Preventivo	10	7.98	7.98	79.82	REGULAR
	Documentación	3.7	9.69	3.58	96.86	EXCELENTE
	Calidad	45	8.21	36.96	82.12	BIEN
	Medioambiente	17	8.27	14.07	82.74	BIEN
	Seguridad	24	6.43	15.43	64.28	REGULAR

Para el nuevo escenario se obtiene el siguiente resume de información, tabla 3.4, donde existe una total coincidencia del nivel de evaluación, Competencia, solo que en el caso anterior se obtuvo 85 puntos y esta vez, no muy lejano 83 puntos.

**Tabla 3.4 Áreas de Actuación, Meta y Evaluación de la Empresa Geysel.**

Áreas de actuación	Meta	Evaluación	%
Organización General	18	12.88	71.56
Recursos Humanos	9	6.96	77.33
Control Económico	13	12.94	99.54
Planificación, programación, control	28	26.23	93.68
Ingeniería de mantenimiento	32	24.96	78.00
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>83.97</b>	<b>Competencia</b>

Igualmente hay amplia coincidencia cuando los pesos eran igualitarios a los pesos o ponderaciones dadas en el segundo escenario, coincidiendo los criterios y funciones en regular con el mantenimiento preventivo y la informática.

Todo esto nos lleva a afirmar que al validarse en ambos escenarios la misma solución, esta es muy robusta y por tanto la organización está en **Nivel 4 Competencia**, esto nos dice que la organización ha implementado sistemas y mejoras y mantiene bajo control la gestión de la calidad en el Mantenimiento.

### **3.3 Plan de acción o mejoras continua.**

1. Adquirir una herramienta informática o software para la gestión del mantenimiento, poder conocer en tiempo real la situación del departamento de mantenimiento.
2. Coordinar con su organismo superior o la universidad del territorio para el entrenamiento de los trabajadores, cursos de habilitación de nuevas técnicas que asume la empresa.
3. Trabajar en potenciar y articular la estimulación de los trabajadores, no solo de forma material, sino también de forma espiritual.
4. Planificar los mantenimientos preventivos de cada equipo o maquinaria, teniendo como premisa, que se deben adquirir un stop de piezas, lubricantes y otros insumos para recambio, de esta forma no llegar a los correctivos, ya que esto saca de circulación la planta, mucho más cuando son imprevisto.
5. Nunca descuidar la seguridad de los operarios, con la máxima de que el hombre es el bien máspreciado, sin él no hay proceso de producción, y muchos menos de servicio.

## **Conclusiones Generales.**

1. Se aplicó el procedimiento de Acosta 2012 para evaluar la gestión a la calidad de la gestión del mantenimiento con enfoque multicriterio para la ayuda a la toma de decisión en la Empresa de Geysel de Holguín.
2. Se aportó a él procedimiento el método AHP, para encontrar una nueva ponderación y realizar un análisis de sensibilidad, con dos escenarios para comprobar la robustez de la solución encontrada.
3. La empresa obtuvo un nivel 4, nivel de competencia, manteniendo bajo control la gestión de la calidad en el Mantenimiento.

## Recomendaciones

1. Diseñar un plan de acción y mejora continua para revertir la situación de la organización.
2. Proponer el procedimiento 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.
3. Diseñar un plan de acción y mejora continua para revertir la situación de la organización.

## Referencias Bibliográficas.

- 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.
- AENOR. (2005). UNE 66177: 2005. Sistemas de Gestión. Guía para la integración de los sistemas de gestión: AENOR–Asociación Española de Normalización y Certificación Madrid.
- Bezares, F. G. (1985). Weston, J. Fred; Brigham, Eugene F.: "Fundamentos de Administración Financiera"(Book Review). *Boletín de Estudios Económicos*, 40, 199.
- Blanco, S. S. (2002). Optimización Integral de mantenimiento: ABRAMAN.
- 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.
- Bosch, I. (2019). Investigación de mercados. *Técnicas cualitativas*.
- Candanedo, I. S., González, S. R., & Muñoz, L. (2018). Diseño de un modelo predictivo en el contexto Industria 4.0. *KnE Engineering*, 543-551.
- Cepeda Romero, O., Gallardo Fernández, I. M., & Rodríguez Rodríguez, J. (2017). La evaluación de los materiales didácticos digitales. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 2017, vol. 16, num. 2, p. 79-95.
- Concepts, A. A. A. C. o. B. A. (1973). *A statement of basic auditing concepts*: American Accounting Association.
- Corretger Rauet, M. (1996). Auditoría y autoevaluación del mantenimiento. *Revista Mantenimiento. España* (100), 21-28.
- Davis, G. B., Adams, D. L., & Schaller, C. A. (1983). *Auditing & EDP*. New York: American Institute of Certified Public Accountants: Inc.
- 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.
- Española, R. A. (2014). Política. *Recuperado de <http://dle.rae.es>*.
- Fals-Borda, O. (1998). *Participación popular: retos del futuro*: Univ. Nacional de Colombia.
- 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.
- García, A. E. (2018). Estilos de aprendizaje y rendimiento académico. *Revista Boletín Redipe*, 7(7), 218-228.
- Gitman, L. J. (2003). *Principios de administración financiera*: Pearson educación.
- Hurtado, F. A. (2005). Auditorías internas a los sistemas de gestión de la calidad según la norma ISO 19011: 2002. *Gestión y auditoría de la calidad para organizaciones públicas: normas NTCGP 1000: 2004 conforme a la ley 872 de 2003*, 151.
- ISO, N. (2004). 19011: 2004. *Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión de la calidad y/o ambiental*". Oficina Nacional de Normalización. Cuba.
- Kaufman, A. S. (1975). Factor analysis of the WISC-R at 11 age levels between 61/2 and 161/2 years. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 43(2).
- Khan, M. Y. (2004). *Financial management: text, problems and cases*: Tata McGraw-Hill Education.
- 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).
- Ma, Z., Zhou, L., & Sheng, W. (2014). *Analysis of the new asset management standard ISO 55000 and PAS 55*. Paper presented at the 2014 China International Conference on Electricity Distribution (CICED).
- Mantilla, R. V. (2003). Hacia un nuevo enfoque de la evaluación de impacto de proyectos de desarrollo rural. *Cuadernos de Desarrollo Rural* (50).
- 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. (2015). *Guía para la aplicación de UNE-EN ISO 9001: 2015: AENOR*.
- Norma, I. (2001). 9001: 2000, Documento ISO/TC 176/SC 2/N 525R, Marzo 2001. *Traducción aprobada el*, 05-31.
- Palmer, A. (2012). *Introduction to marketing: Theory and practice*: Oxford University Press.
- Pérez, G., Giraldo, B., & Serna, J. (2006). El mejoramiento de procesos y su aplicación bajo norma ISO 9004: caso compañía de aceites. *DYNA*, 73(150), 97-106.
- Pérez, M. P., & Rodríguez, Á. T. P. *Proposal of procedure for maintenance management in plastics processing factories of Cuba*. Paper presented at the Proc. Int. Conf. Ind. Eng. Oper. Manag.
- Portuondo Pichardo, F. (1990). Economía de empresas industriales. *Ciudad Habana: Editorial Pueblo y Educación*.
- Posada Lemus, Y. d. (2009). *Realización de la Auditoria de Mantenimiento en la Empresa de Muebles Lidex de Ciego de Ávila*. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
- Reguant Álvarez, M., & Torrado Fonseca, M. (2016). El método delphi. *REIRE. Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 2016, vol. 9, num. 2, p. 87-102.
- Rodríguez-García, A.-M., Reche, M. P. C., & García, S. A. (2018). La competencia digital del futuro docente: Análisis bibliométrico de la productividad científica indexada en Scopus The digital competence of

- the future teacher: Bibliometric analysis of scientific productivity indexed in Scopus. *Int. J. Educ. Res. Innov*, 10, 317-333.
- Saaty, T. L. (1986). Axiomatic foundation of the analytic hierarchy process. *Management Science*, 32(7), 841-855.
- Saaty, T. L. (2005). *Theory and applications of the analytic network process: decision making with benefits, opportunities, costs, and risks*: RWS publications.
- Saaty, T. L., & Vargas, L. G. (2006). *Decision making with the analytic network process* (Vol. 282): Springer.
- Salas-Hernandez, I. Z., Sagbini-Henriquez, H. S., & Salazar-Araujo, E. J. (2019). Emprendimiento y trabajo informal de migrantes venezolanas, caso Barranquilla 2015-2018. *Revista Científica Profundidad Construyendo Futuro*, 11(11), 53-58.
- Salas Hernández, E. D. (2018). *Registro y transmisión de información en los talleres del programa de educación en la Fundación niñas sin miedo*. Universidad Piloto de Colombia.
- Seino, N. (2019). SAP Global LCM services to realize global operation and maintenance. *Fujitsu Scientific and Technical Journal*, 55(1), 59-63.
- Stone, J. K., Bacon, C. W., & White Jr, J. F. (2000). An overview of endophytic microbes: endophytism defined. *Microbial endophytes*, 17-44.
- Tavares, H. M. (1994). *Classroom management and subjectivity: A genealogy of educational identities*: University of Hawai'i at Manoa.
- Tavares, L. A. (1999). *Administración moderna de mantenimiento*: Novo Polo Publicacoes.
- Velazquez Pérez, E. (2014). *Implementación del sistema alternativo de Mantenimiento en la Empresa Gráfica de Villa Clara*. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
- Weston, J. F., & Brigham, E. F. (1990). *Essentials of managerial finance*: Dryden Press.
- Woodhouse, J. H., & Dziewonski, A. M. (1984). Mapping the upper mantle: Three-dimensional modeling of Earth structure by inversion of seismic waveforms. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 89(B7), 5953-5986.

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.

Zhang, S., Zhou, E., Pi, B., Sun, J., Yamashita, K., & Nomura, Y. (2019). *A solution for the risk of non-deterministic transactions in hyperledger fabric*. Paper presented at the 2019 IEEE International Conference on Blockchain and Cryptocurrency (ICBC).