

Artículo Original

**CONTRIBUCIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA
CONFIABILIDAD PARA EL ESTUDIO DE FALLOS A EQUIPOS
CONSUMIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

**CONTRIBUTION OF MAINTENANCE FOCUSED ON RELIABILITY FOR THE
STUDY OF FAILURES TO ELECTRICAL ENERGY CONSUMER EQUIPMENT**

José U. Espinosa-Martínez^{1*} <https://orcid.org/0000-0003-0558-7843>
Estrella M. de la Paz-Martínez¹ <https://orcid.org/0000-0003-0819-9555>
Raúl A. Pérez Bermúdez² <https://orcid.org/0000-0001-9472-2706>
Idalmis Acosta Pérez¹ <https://orcid.org/0000-0003-1225-9864>

¹ Departamento de Ingeniería Industrial. Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Carretera a Camajuaní Km 5 ½, Santa Clara, Villa Clara.

² Centro de Estudios Energéticos y Tecnologías Ambientales (CEETA), Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Carretera a Camajuaní Km 5 ½, Santa Clara, Villa Clara.

Recibido: Abril 22, 2019; Revisado: Mayo 20, 2019; Aceptado: Junio 18, 2019

RESUMEN

Introducción:

El mantenimiento es la actividad tecnológica destinada al aseguramiento del desempeño de los activos de producción o servicio y de hecho, es el único paliativo para de una forma económicamente racional atenuar el ritmo de deterioro del estado técnico de los equipos. Este artículo incluye los resultados de una investigación realizada en un hotel de modalidad de sol y playa cubano.

Objetivo:

Realizar un estudio de fallos en equipos identificados como los de mayor consumo eléctrico.

Materiales y Métodos:

Fueron utilizadas varias herramientas como: trabajo en grupo para la toma de decisiones complementado con un análisis de los niveles de criticidad tanto para el área de mantenimiento como para el área energética del hotel, además se realizan entrevistas al personal y consulta de documentos los cuales le ofrecen soporte científico a la investigación.



Copyright © 2020. Este es un artículo de acceso abierto, lo que permite su uso ilimitado, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada.

* Autor para la correspondencia: José U. Espinosa-Martínez, Email: ulivis@uclv.edu.cu



Resultados y Discusión:

Fue utilizada la metodología de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (MCC), que incluyó la determinación de las funciones de los equipos, los fallos funcionales, los efectos de dichos fallos y sus consecuencias para la seguridad, el ambiente, el servicio y los costos de mantenimiento.

Conclusiones:

Finalmente se obtuvo la identificación de los equipos más críticos a partir del consumo eléctrico, los cuales constituyen alrededor del 85% de la estructura energética del hotel, identificando cada una de sus causas de fallas, y el mantenimiento a partir del nivel de criticidad según la consecuencia de los fallos.

Palabras clave: Gestión del mantenimiento; Energética eléctrica; Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad.

ABSTRACT

Introduction:

Maintenance is the technological activity aimed at ensuring the performance of production or service assets and, in fact, is the only palliative for an economically rational way to attenuate the deterioration rate of equipment technical state. This article includes the results of an investigation conducted in a hotel of Cuban sun and beach modality.

Objective:

To conduct a failures study in equipment identified as those with the highest electricity consumption.

Materials and Methods:

Several tools were used such as: group work for decision making complemented with an analysis of criticality levels for both maintenance hotel area and energy hotel area, in addition to staff interviews and document consultation. They offer scientific support to research.

Results and Discussion:

The Reliability Centered Maintenance (RCM) methodology was used, which included the equipment functions determination, functional failures, the effects of such failures and their consequences for safety, environment, service and costs of maintenance.

Conclusions:

Finally, the identification of the most critical equipment was obtained based on electricity consumption, which constitutes about 85% of hotel energy structure, identifying its failure causes, and maintenance based on the criticality level according to failures consequence.

Keywords: Maintenance management; Electric power; Maintenance Focused on Reliability.

1. INTRODUCCIÓN

La economía cubana está pasando por un profundo proceso de reconversión, debido a los cambios necesarios para salir adelante con una producción de calidad y al menor costo posible, así como un control o ahorro del consumo de energía eléctrica para que el

país pueda sobrevivir y, además, desarrollarse. El mantenimiento debe contribuir a ello con “la integración de las acciones técnicas, organizativas y económicas encaminadas a conservar o restablecer el buen estado de los activos, a partir de la observancia y reducción de su desgaste y con el fin de alargar su vida útil económica, con una mayor disponibilidad y confiabilidad para cumplir con calidad y eficiencia sus funciones, conservando el ambiente y la seguridad durante su ciclo de vida”, (de la Paz-Martínez, 2015).

Al mantenimiento se le atribuye como objetivo principal, según la mayoría de los autores que abordan este tema (Villar-Albino, 2016); (García-Garrido, 2009; Herrera y Alfonzo, 2016; Uzcátegui-Gutiérrez y col., 2016), el siguiente: 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.

El encarecimiento de los productos derivados del petróleo y por lo tanto de la energía, ha hecho aparecer en escena en estos últimos años una nueva modalidad del mantenimiento: el mantenimiento energético ambiental.

Debido al progresivo aumento del costo, tanto de los combustibles como de la energía eléctrica, de la dependencia de los combustibles fósiles y de la demanda creciente de energía, poco a poco, las empresas están empezando a tomar conciencia de la relevancia de la eficiencia energética.

Partiendo de lo planteado anteriormente, la filosofía del MCC plantea, como criterio general, el mantenimiento exclusivamente de los componentes considerados como críticos para el correcto funcionamiento del sistema, dejando operar hasta su fallo a los componentes no críticos, instante en que se aplicará el correspondiente mantenimiento correctivo.

El mantenimiento como parte de su estrategia está respondiendo a nuevas expectativas. Estas incluyen una creciente toma de conciencia para evaluar hasta qué punto las fallas en los equipos afectan a la seguridad y al medio ambiente y el consumo energético, la relación entre el mantenimiento y la eficiencia energética, y la necesidad de alcanzar una confiabilidad alta en la instalación manteniendo acotados los costos. Las nuevas tendencias se centran en la eliminación de fallos utilizando técnicas proactivas. Habitualmente se define al mantenimiento como el conjunto de técnicas destinadas a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento (García-Garrido, 2012).

El nexo indisoluble entre la eficiencia económica, el mantenimiento y la energética, explica la alta prioridad que debe dársele al examen de la economía energética y en ello juega un papel importante propiciar un sistema de auditoría de mantenimiento que permita caracterizar la situación actual en la generación, conversión, uso, economía e impacto ambiental de la energía, a la vez localizar pérdidas, ineficiencias y puntos débiles y plantear Sistemas de Mantenimiento que lleguen a ofrecer soluciones viables técnico y económicamente a las situaciones de fiabilidad de los equipos que usan la energía aprovechando al máximo las reservas existentes.

Un objetivo estratégico fundamental del desarrollo, evaluación y mantenimiento del equipamiento, tecnologías y métodos de organización deben permitir la disminución del

consumo energético del sector turístico.

El objetivo que persigue este trabajo consiste en: desarrollar un procedimiento basado en el MCC para los equipos de mayor consumo de energía eléctrica en una instalación hotelera, como vía para asegurar la competitividad, en esa medida es necesario aumentar la confiabilidad de los equipos; es decir disminuir la cantidad de fallas que generan interrupciones no programadas, para poder entregar la disponibilidad requerida por operaciones y un mejor control del consumo de energía eléctrica.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Dentro de los servicios turísticos que proporciona Cuba, la cayería norte de Ciego de Ávila es un lugar de gran aceptación entre las ofertas existentes por sus exquisitas condiciones naturales, recursos que el país se encuentra enfrascado en preservar para continuar cumpliendo con las expectativas de los clientes al acceder a este territorio. En esta zona se encuentra el Hotel “Oasis Playa Coco”, perteneciente a la sociedad mercantil cubana Grupo de Turismo Gaviota S.A., se localiza en el cayo de igual nombre, refugio de 22 especies endémicas de la flora y 39 de la fauna, además cuenta con otros atractivos naturales e histórico-culturales.

El Hotel “Oasis Playa Coco” es una instalación cuyo principal producto es el turismo de “Sol y Playa”. Ante los problemas energéticos existentes en la actualidad, la gerencia de esta instalación se encuentra enfrascada en lograr un control de los fallos del equipamiento que puedan ocasionar un alto consumo de energía.

Conforme al método de las 5M se procede a analizar el problema ya definir las posibles causas de fallas. Este proceso se realiza con un grupo de expertos conformado por los especialistas principales del hotel y la participación de consultores externos vinculados a la organización y control del mantenimiento. Los elementos causales se muestran en la figura 1.

Los tipos de mantenimiento que básicamente se aplican en el hotel son el Mantenimiento Preventivo y Correctivo, esto está de acuerdo a lo estipulado en el Manual de Servicios Técnicos que establece la cadena hotelera a la que pertenece esta institución. El equipamiento instalado se ha utilizado durante 8 años sin una adecuada rutina de mantenimiento y esto, unido a las condiciones específicas del ambiente costero donde está instalado el hotel, incide en su deterioro.

La alta corrosión, debida a su ubicación geográfica, provoca contaminación al medio ambiente y la poca experiencia y la falta de capacitación, son los factores fundamentales que están influyendo en las fallas de los equipos y esto trae consigo que se eleven los consumos de energía eléctrica.

Para lograr un buen entendimiento de las causas de las ineficiencias en cada operación, se tendrá que consultar e involucrar en esta evaluación a los operadores, técnicos y los supervisores. De esta manera, se puede tener la certeza de que las opciones de mejora serán factibles y aceptadas.

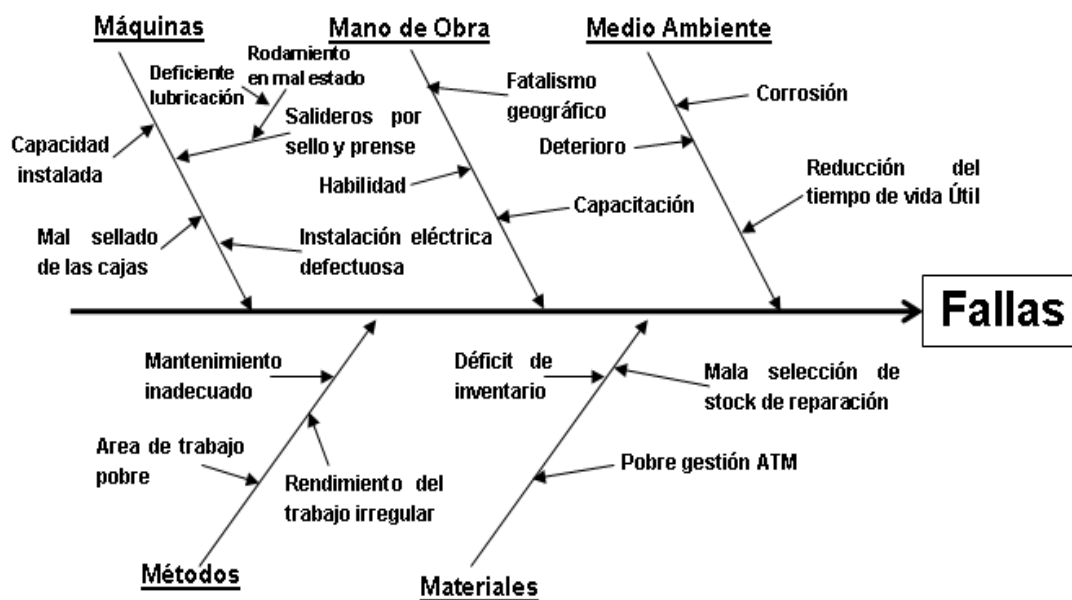


Figura 1. Resultados de los problemas que afectan al mantenimiento

Luego de analizados los procedimientos sugeridos en la literatura y las normas (Norma SAE JA1011, 1999y Norma SAE JA1012, 2002) se propone un procedimiento para llevar a cabo el empleo del MCC basado en el completamiento de una serie de fases para cada uno de los sistemas que componen la entidad objeto de estudio. En la figura 2 se muestra el procedimiento elaborado a partir de lo publicado por (García-Garrido, 2009) con algunas modificaciones propuestas por (Espinosa-Martínez y col., 2016).

2.1. Procedimiento para la aplicación del MCC

El procedimiento para la aplicación del MCC supone ir completando una serie de fases para cada uno de los sistemas que componen el objeto de estudio práctico.

Primeramente se tuvo que definir: ¿debemos dirigir el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad a un conjunto reducido de equipos o a toda la instalación hotelera? La decisión, después de todo lo comentado, fue dirigir el MCC a aquellos equipos que están incidiendo en los altos consumos de energía eléctrica, es decir a un grupo de equipos. Debemos identificar los posibles fallos, clasificar estos fallos según su criticidad y, posteriormente, adoptar medidas preventivas que los eviten o minimicen sus efectos, y cuyo costo sea proporcional a su importancia y al costo de su resolución (costo global, no sólo costo de reparación).

De esta forma, antes de comenzar el trabajo, es necesario planificarlo de forma que se asegure que el estudio de fallos va a abarcar solamente los equipos de mayor consumo de energía eléctrica.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se desarrolló el procedimiento (figura 2) del MCC como política de mantenimiento en aquellos equipos más consumidores de energía eléctrica del área de servicio o servicios de alojamiento del hotel.

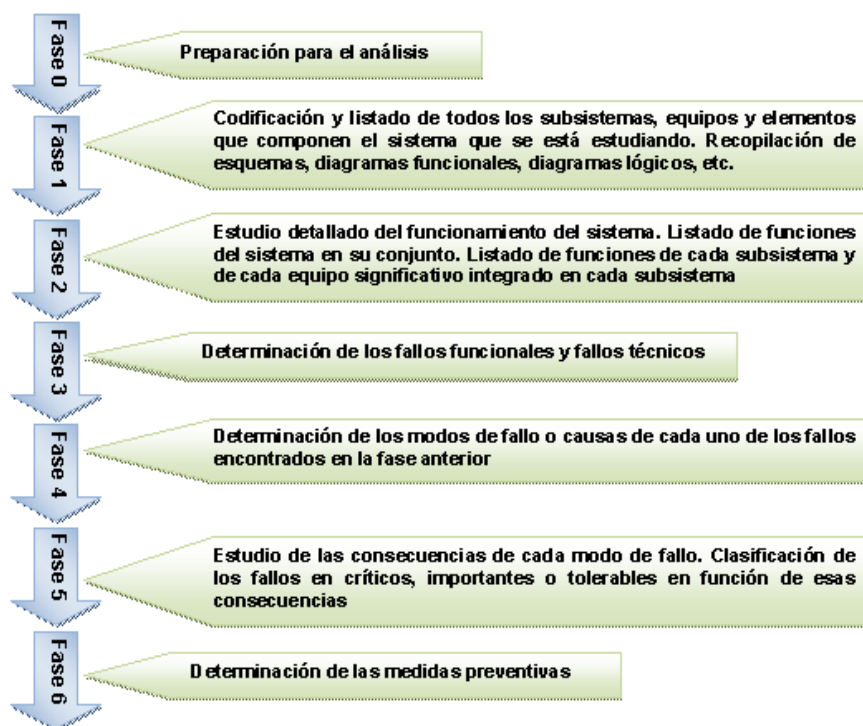


Figura 2. Procedimiento de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad a aplicar. (Fuente: Espinosa-Martínez y de la Paz-Martínez, 2016)

3.1. Fase 0: Preparación para el análisis

En esta etapa se define como el objetivo principal del proyecto: aumentar la confiabilidad operacional del equipamiento seleccionado con la aplicación del MCC. Las actividades planificadas fueron: entrevistas, revisión de documentos de la entidad y reuniones del equipo.

3.2. Fase 1: Listado y codificación de equipos

3.2.1. Selección de los equipos críticos (más consumidores de energía eléctrica)

Bajo el supuesto de seleccionar para el análisis inicial de la aplicación del MCC en la entidad a aquellos equipos donde dicha aplicación refleje el logro de los mejores beneficios y a su vez traigan un ahorro de energía eléctrica, se seleccionó al grupo de equipos que se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Equipos más consumidores de electricidad en el área de servicio de alojamiento

<i>Equipos</i>	<i>Ubicación</i>	<i>kW-h/mes</i>	<i>Tonelada de combustible convencional (TCC)</i>	<i>%</i>	<i>Suma %</i>
Sistema de agua caliente	Cuarto de máquina	16512	6043,39	87,09	87,69
Aire acondicionado	Oficinas	1628,64	596,08	8,59	95,68
Aire acondicionado	Habitaciones	328,56	120,25	1,73	97,41
Fogón eléctrico	Restaurante playa	203,56	74,5	1,07	98,48

Hidroneumático	Cuarto de equipos asistentes	89,28	32,68	0,47	100
Total TCC			6 939,25		

Para el análisis de los equipos que mayor consumo eléctrico (tabla1), se tuvo en cuenta los días de trabajo obteniendo los siguientes resultados:

- Todas estas mediciones se realizaron en horario de la mañana (8:30 AM – 12:30 PM) y se trató que se mantuviera la secuencia lógica en los equipos para poder tomar en cuenta el consumo de cada equipo.
- Este resultado muestra que el consumo eléctrico no es constante o lineal debido a la obligada intermitencia de los equipos.
- De todas las áreas del hotel se selecciona aleatoriamente la de servicio de alojamiento, la cual representa casi la totalidad de los consumos de los portadores fundamentales con un 14,28% del total de estos portadores consumidos en el año.

Una vez recolectada la información necesaria de los sistemas en el área de alojamiento en cuanto al consumo de energía eléctrica se refiere, a través del siguiente Diagrama de Pareto como se muestra en la figura 3, cuál es el sistema más consumidor de electricidad.

El cumplimiento de la **fase 1 a la fase 4** se realiza a través de la llamada Hoja de Trabajo de Información del MCC (Tabla 2). Se trabajó con los equipos más consumidores de energía eléctrica que se muestran en la tabla 1, los cuales fueron seleccionados aleatoriamente por los expertos.

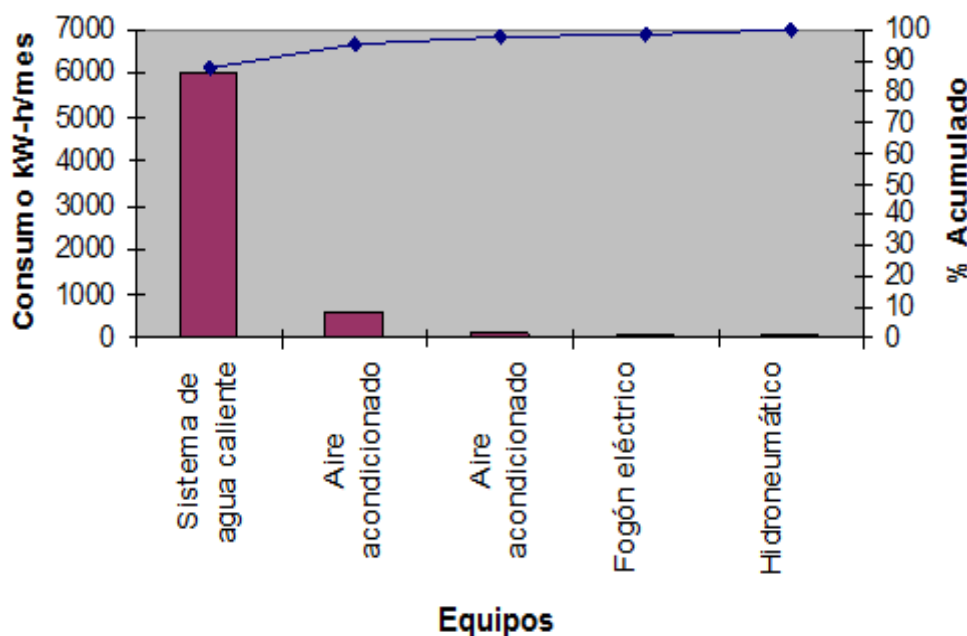


Figura 3. Análisis a través del diagrama Pareto

Al disponer de estas tablas se contribuye significativamente a la minimización del impacto de averías potenciales ya que la identificación rápida y fiable de síntomas y

causas de fallos facilita la adopción de acciones, ya sean de prevención o de reparación, más eficientes.

Tabla 2. Hoja de trabajo de información del MCC II

Hoja de trabajo de información MCC II	Elemento: Sistema de agua caliente		Realizado Por	Fecha	Hoja de
	Componente: Sistema de agua caliente	REF	Revisado Por	Fecha	de
<i>Función</i>	<i>Fallo función</i>	<i>Modo de fallo</i>		<i>Efectos de los fallos</i>	
Calentar el agua por medio de un intercambiador de calor que está ubicado en la parte superior del equipo que es enviada hacia los bloques por las bombas ARNTRONG	No calienta el agua por encima de 60°C, que es enviada a los bloques habitacionales por las bombas ARSNTRONG	Rotura del motor eléctrico	Rotura del sistema recuperativo de calor	Se para el mecanismo completamente y el operario lo revisa separadamente (parte mecánica, y parte eléctrica) El agua no sale con la temperatura adecuada, el operario pasa a revisar el sistema recuperativo de calor (el consumo del equipo está por encima de los 40 kW-h)	

3.3. Fase 5: Estudio de las consecuencias de los fallos. Criticidad

Para determinar el nivel de criticidad de estos equipos el grupo de expertos selecciona de los equipos analizados si son críticos, importantes o tolerables como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Nivel de criticidad según la consecuencia de los fallos

<i>Equipos</i>	<i>Seguridad y Medio ambiente</i>	<i>Servicio</i>	<i>Consumo de energía eléctrica</i>	<i>Costos de mantenimiento</i>	<i>Criticidad</i>
Sistema de agua caliente	Accidente grave probable	Supone parada o afecta la potencia o rendimiento	Alto	Alto costo de reparación	Crítico
Aires acondicionados	Accidente grave, pero muy poco probable	Afecta la potencia y/o rendimiento, pero el fallo es poco probable	Medio	Costo medio de reparación	Importante
Fogón eléctrico	Poca influencia en	No afecta el servicio	Alto	Bajo costo de reparación	Tolerable

	seguridad y medio ambiente				
--	----------------------------	--	--	--	--

3.4. Fase 6: Determinación de las medidas preventivas

3.4.1. Tareas de mantenimiento

Son los trabajos que podemos realizar para cumplir el objetivo de evitar el fallo o minimizar sus efectos. Para este trabajo solamente se analizan las tareas de mantenimiento que pueden ser, a su vez, de los siguientes tipos:

- **Tipo 1: Inspecciones visuales.** Las inspecciones visuales siempre son rentables. Sea cual sea el modelo de mantenimiento aplicable, estas inspecciones suponen un costo muy bajo, por lo que se realiza esta rutina a todos los equipos de la instalación en alguna ocasión.
- **Tipo 2: Lubricación.** Igual que en el caso anterior, las tareas de lubricación, por su bajo costo, siempre son rentables.
- **Tipo 3: Verificaciones** del correcto funcionamiento realizados **con instrumentos propios** del equipo (verificaciones on-line). Este tipo de tarea consiste en la toma de datos de una serie de parámetros de funcionamiento utilizando los propios medios de los que dispone el equipo. Son, por ejemplo, la verificación de alarmas, la toma de datos de presión, temperatura, vibraciones, etc. Si en esta verificación se detecta alguna anomalía, se debe proceder en consecuencia. Por ello es necesario, en primer lugar, fijar con exactitud los rangos que entenderemos como normales para cada uno de los puntos que se trata de verificar, fuera de los cuales se precisará una intervención en el equipo. También será necesario detallar cómo se debe actuar en caso de que la medida en cuestión esté fuera del rango normal.
- **Tipo 4: Verificaciones** del funcionamiento correcto del equipo, realizadas **con instrumentos externos** al mismo. Se pretende, con este tipo de tarea, determinar si el equipo cumple con unas especificaciones prefijadas, pero para cuya determinación es necesario desplazar determinados instrumentos o herramientas especiales, que pueden ser usadas por varios equipos simultáneamente y que, por tanto, no están permanentemente conectadas a un equipo, como en el caso anterior. Podemos dividir estas verificaciones en dos categorías:
 - A) Las realizadas con instrumentos sencillos, como pinzas amperimétricas, termómetros por infrarrojos, tacómetros, vibrómetros, etc.
 - B) Las realizadas con instrumentos complejos, como analizadores de vibraciones, detección de fugas por ultrasonidos, termografías, análisis de la curva de arranque de motores, etc.
- **Tipo 5: Tareas condicionales.** Se realizan dependiendo del estado en que se encuentre el equipo. No es necesario realizarlas si el equipo no da síntomas de encontrarse en mal estado.

Estas tareas pueden ser:

- Limpiezas condicionales, si el equipo da muestras de encontrarse sucio.
- Ajustes condicionales, si el comportamiento del equipo refleja un desajuste en alguno de sus parámetros.

- Cambio de piezas, si tras una inspección o verificación se observa que es necesario realizar la sustitución de algún elemento.
- **Tipo 6: Tareas sistemáticas**, realizadas cada cierto tiempo de funcionamiento, o cada cierto tiempo, sin importar como se encuentre el equipo. Estas tareas pueden ser:
 - Limpiezas
 - Ajustes
 - Sustitución de piezas.
- **Tipo 7: Grandes revisiones, también llamados *Mantenimiento Cero Horas, Overhaul o Hard Time***, que tienen como objetivo dejar el equipo como si tuviera cero horas de funcionamiento.

4. CONCLUSIONES

1. El sistema de mantenimiento que se emplea actualmente en el hotel objeto de estudio práctico, muestra resultados insatisfactorios por el incremento de los costos de esta actividad y con ellos los costos totales de la entidad por una incorrecta utilización de los recursos materiales y medios disponibles, no acordes con los requerimientos que se le exigen el grupo de Gaviota S.A. a este tipo de entidad, proporcionando altos consumos de energía eléctrica.
2. El procedimiento de mantenimiento centrado en la confiabilidad aplicado constituye una herramienta de gran valor que permite a los empresarios acoger, desarrollar adecuadamente tanto para el área de mantenimiento como para el área energética del hotel, a partir de la influencia de las buenas prácticas de mantenimiento en el ahorro de energía eléctrica.
3. El procedimiento de mantenimiento centrado en la confiabilidad desarrollado en la presente investigación facilitará al departamento de servicios técnicos, centrar la mayor atención en los equipos más críticos identificados como los de mayor consumo eléctrico, los cuales constituyen alrededor del 85% de la estructura energética del hotel, identificando cada uno de sus causas de fallas, y el mantenimiento a partir del nivel de criticidad según la consecuencia de los fallos.

REFERENCIAS

- de la Paz-Martínez, E.M., Una nueva visión en la Gestión del mantenimiento., Tesis de Maestría en Gestión del Mantenimiento de Sistemas energéticos, Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP), Huancayo, Perú, 2015. <http://docplayer.es/33249068-Nuevas-herramientas-para-la-gestion-de-la-ingenieria-del-mantenimiento-y-sus-aplicaciones.html>
- Espinosa-Martínez, J.U., y de la Paz-Martínez, E.M., Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad a equipos más consumidores de energía eléctrica del Hotel “Cayo Santa María., Memorias del X Conferencia Internacional de Ciencias Empresariales, 10ª Conferencia de Ingeniería Industrial, Cayos de Las Villas, Cuba. 2016, pp. 45-56.
- García-Garrido, S., RCM: análisis de fallos potenciales., Editorial Díaz de Santos, Madrid, España, 2009, pp. 26-35.
- García-Garrido, S., Ingeniería de Mantenimiento., Manual práctico para la gestión

- eficaz del mantenimiento, Editorial Díaz de Santos, Madrid, España, Renovetec, Colección de mantenimiento industrial, Vol. 6, No. 1, 2012, pp. 5-51.
- Herrera, M., y Alfonso, Y., Metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento., Ingeniería Industrial, Vol.37, No.1, La Habana, ene.-abr., 2016, pp. 2-13.
- Norma SAE JA1011., Criterios de Evaluación para Procesos de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. Norma para vehículos aeroespaciales y de superficie., ISO estándar: Ginebra, Suiza, 1999, pp. 6-10.
- Norma SAE JA1012., Una Guía para la Norma del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC). Prácticas recomendadas Para Vehículos Aeroespaciales y de Superficie., ISO estándar: Ginebra, Suiza, 2002, pp. 14-49.
- Uzcátegui-Gutiérrez, J.Y., Varela-Cárdenas, A., Díaz-García, J.I., Aplicación de herramientas de clase mundial para la gestión de mantenimiento en empresas cementeras basado en la metodología MCC., Respuestas, Vol. 21, No. 1, 2016, pp. 77-88.
- Villar-Albino, C.W., Plan para la implementación de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) en una máquina inyectora de preformas marca Husky., Tesis presentada en opción al Título Profesional de Ingeniería Industrial, Universidad Tecnológica del Perú, Lima, Perú, 2016.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

- M.Sc. José U. Espinosa-Martínez. Aplicó el procedimiento que describen el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad como contribución a la eficiencia energética a los sistemas auxiliares hoteleros. Participó en la escritura y corrección completa del artículo.
- Dra.C. Estrella M. de la Paz-Martínez. Asesoramiento en el procesamiento de los datos obtenidos. Colaboró en la escritura y corrección del artículo.
- Dr.C. Raúl A. Pérez-Bermúdez. Colaboró con la escritura y análisis de los resultados del artículo.
- M.Sc. Idalmis Acosta-Pérez. Colaboró con la evaluación del nivel de riesgo de los sistemas auxiliares hoteleros.