

UCLV
Universidad Central
"Marta Abreu" de Las Villas



FIMI
Facultad de
Ingeniería Mecánica
e Industrial

Departamento de Ingeniería Industrial

TRABAJO DE DIPLOMA

Título: Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad a equipos encargados de la climatización del Hotel "Valentín Perla Blanca"

Autor: Jimmy Ernesto Fernández Cabrera

Tutor: MS.c. Ing. José Ulivis Espinosa Martínez

Santa Clara , junio y 2018
Copyright©UCLV



Este documento es Propiedad Patrimonial de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, y se encuentra depositado en los fondos de la Biblioteca Universitaria “Chiqui Gómez Lubian” subordinada a la Dirección de Información Científico Técnica de la mencionada casa de altos estudios.

Se autoriza su utilización bajo la licencia siguiente:

Atribución- No Comercial- Compartir Igual



Para cualquier información contacte con:

Dirección de Información Científico Técnica. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Carretera a Camajuaní. Km 5½. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP. 54 830

Teléfonos.: +53 01 42281503-1419



Dedicatoria

A mi madre Idalmis que con su cariño y esmero ha logrado regalarme, en todo momento, lo necesario para seguir adelante.

A mi padre José Luis por el apoyo incondicional en todas mis decisiones.

A mis hermanas Wendy y Jenny por el amor que me brindan.



Agradecimientos

A mi tutor y amigo José Ulivis Espinosa Martínez, por el apoyo brindado en los momentos difíciles de mi carrera y por su conducción acertada en esta investigación.

A todos mis profesores, que sin su ayuda no lo hubiera podido lograr.

A mis padres que sin su apoyo y su cariño no lo hubiera logrado.

A todos mis amigos que me han apoyado a lo largo de estos cinco años.

A todos aquellos que incondicionalmente, de una forma u otra, han hecho posible la realización de este sueño.



Resumen

El presente trabajo se desarrolla en el Hotel Valentín Perla Blanca popularmente llamado como Laguna 3-4, entidad subordinada a la Delegación Territorial Centro de Gaviota S.A, donde se realiza el análisis de fallos a los equipos encargados de la climatización del hotel Valentín Perla Blanca. El inadecuado funcionamiento de los mismos provoca la suspensión de la prestación del servicio e incluso no se llega a brindar el producto con la calidad deseada lo que afecta directamente al cliente, para ello se emplea un procedimiento de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC) para evitar las fallas y los efectos que estas traen consigo. Como principales resultados de la investigación se arrojó que el procedimiento seleccionado posibilitó determinar los problemas que afectan la prestación del servicio, así como detectar las debilidades que influyen negativamente en el incremento del desempeño del mantenimiento en el hotel.



Summary

The present work is carried out in the Hotel Valentín Perla Blanca popularly known as Laguna 3-4, entity subordinated to the Territorial Delegation Center of Gaviota S.A, where the analysis of failures is made to the teams in charge of the climatization of the hotel Valentín Perla Blanca. The inadequate functioning of the same causes the suspension of the provision of the service and it is not even possible to provide the product with the desired quality, which directly affects the client, for which a Reliability-Centered Maintenance (MCC) procedure is used to avoid the faults and the effects that they bring with them. The main results of the investigation showed that the selected procedure made it possible to determine the problems that affect the provision of the service, as well as to detect the weaknesses that negatively influence the increase in maintenance performance in the hotel.



Índice

Introducción	1
Capítulo I. Marco teórico referencial de la investigación.....	4
1.1. Mantenimiento. Definición, objetivos, importancia, tipos de mantenimientos y evolución	4
1.1.1 Definición del Mantenimiento.....	5
1.1.2 Objetivos del mantenimiento.....	6
1.1.4 Tipos de mantenimientos	7
1.1.5 Evolución del mantenimiento en el mundo.....	8
1.1.6 Evolución del mantenimiento en Cuba.....	11
1.2 Sistemas de Mantenimiento	13
1.3 Aspectos generales sobre el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad	15
1.3.1 Consideraciones sobre la introducción del MCC.....	15
1.3.2 Principios del MCC	16
1.3.3 Contexto operacional	17
1.3.4 Beneficios y limitaciones asociados al MCC	17
1.3.5 Procedimiento de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.	21
1.4. El Mantenimiento en Cuba	21
1.5. El Mantenimiento en el MINTUR.....	22
1.6. El Mantenimiento en el grupo Gaviota S.A.....	22
1.7. Conclusiones parciales	23
Capítulo II. Aplicación de metodología del MMC al hotel Valentín Perla Blanca	25
2.1. Descripción de la entidad objeto de estudio.....	25
2.1.1. Descripción del Departamento de Servicios Técnicos (SS.TT.)	26
2.2. Situación actual del mantenimiento en la entidad	29
2.3 Selección y aplicación del procedimiento de MCC en la entidad objeto de estudio	29
2.4 Conclusiones Parciales.....	36
Conclusiones Generales.....	37
Recomendaciones.....	38



Introducción

El mantenimiento como parte del proceso de la gestión empresarial contribuye a la competitividad de la organización, al mejorar los índices de explotación de los equipos por el alargamiento de su vida útil, contribuye al ahorro y a la eficiencia de la organización, reduce el impacto nocivo al ambiente y propicia la mejora en la calidad de los servicios, constituyendo una ventaja competitiva para la organización, al lograr el funcionamiento óptimo de las instalaciones, su desempeño y los estándares de calidad esperados.

A diferencia de otras ramas de la industria, las instalaciones hoteleras se caracterizan por mantenerse dando servicio todos los días del año, sus 24 horas, y el cliente siempre está recibiendo el servicio en tiempo real, lo que cualquier insuficiencia en equipos, sistemas e inmuebles, se convierte inmediatamente en una insatisfacción. El mantenimiento en las instalaciones hoteleras constituye una de las bases fundamentales para el mejor desempeño de la actividad del turismo, por cuanto un hotel con un mantenimiento adecuado se convierte en una fuente de satisfacción del cliente y contribuye a que disfrute en toda su plenitud de las oportunidades que el mismo ofrece a la vez que propicia que sus visitas al lugar se repitan una y otra vez.

El mantenimiento ha sufrido transformaciones con el desarrollo tecnológico; a los inicios era visto como actividades correctivas para solucionar fallas. Las actividades de mantenimiento eran realizadas por los operarios de las máquinas; con el desarrollo de las máquinas se organiza los departamentos de mantenimiento no solo con el fin de solucionar fallas sino de prevenirlas, actuar antes que se produzca la falla y garantizar eficiencia para evitar los costes por averías. El mantenimiento no debe verse como un costo si no como una inversión ya que está ligado directamente a la calidad y eficiencia.

Debido al importante aporte que tiene el mantenimiento en la competitividad es que ha tomado especial interés dentro de las organizaciones, por lo tanto, el mismo ocupa un lugar fundamental en los objetivos y procesos de actualización del modelo económico y social cubano.

En los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución, (Lineamientos, 2011), el lineamiento 267 plantea “Priorizar el mantenimiento y renovación de la infraestructura turística y de apoyo. Aplicar políticas que garanticen la sostenibilidad de su desarrollo, implementando medidas para disminuir el índice de consumo de agua y de portadores energéticos e incrementar la utilización de fuentes de energía renovable y el reciclaje de los desechos que se generan en la prestación de los servicios turísticos”.



Están relacionados también con la problemática del mantenimiento y el turismo, los lineamientos 117; 217; 220; 239; 249; 252 y el 279, lo que demuestra que existe una voluntad política, tanto de la máxima dirección del país como empresarial para priorizar la actividad.

El Hotel Valentín Perla Blanca, subordinada a la Delegación Territorial Centro, perteneciente al Grupo de Turismo Gaviota S.A., es un hotel de 5 estrellas construido y diseñado para prestar servicios de alojamiento turístico a clientes nacionales y extranjeros que inciden de forma eventual o a través de agencias promotoras de viajes, con el objetivo de disfrutar de las bellezas de sus playas y de los servicios que se ofertan.

Dicho hotel cuenta con un departamento de Servicios Técnicos (SS.TT), el cual se auxilia de un manual, basado en el Manual de SS.TT, ("Manual de Servicios Técnicos," 2011) que pretende ser una herramienta de trabajo para llevar a un adecuado término las tareas de mantenimiento. El sistema de mantenimiento aplicado en el hotel es el mantenimiento preventivo planificado (MPP), sin embargo, la política de mantenimiento empleada no es la más recomendable no está cumpliendo con sus objetivos y con la política marcada por el grupo de que predominen las acciones preventivas sobre las correctivas. Como resultado, los activos no logran cumplir sus funciones durante el ciclo de vida para el cual fueron diseñados, teniéndose que proceder a su reparación capital o a su reposición, de forma prematura, originando incrementan los costos de esta actividad en un 3,2 % y con ellos los costos totales de la entidad por una incorrecta utilización de los recursos y medios disponibles. Esto se evidencia en la insatisfacción de los clientes a partir de las encuestas que se les aplica en un 4.66 %, provocando retraso en el servicio, constituyendo esta la **situación problemática** de la investigación.

Problema de la Investigación

¿Cómo lograr que en el Hotel Valentín Perla Blanca se garantice la confiabilidad de sus equipos encargados de la climatización del hotel, cumpliendo con los estándares de seguridad y evitando así inconformidad en el servicio al cliente?

Objetivo General

Implementar un procedimiento de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad a los equipos encargados de la climatización de los bungalow en el Hotel Valentín Perla Blanca.

Objetivos Específicos

- Seleccionar un procedimiento de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad para los equipos encargados de la climatización en el Hotel Valentín Perla Blanca



-
- Aplicar el procedimiento seleccionado de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad para el mantenimiento de equipos encargados de la climatización.

Los objetivos planteados se desarrollan en la tesis mediante la estructura lógica que se muestra a continuación: Capítulo 1: Revisión Bibliográfica de la Investigación; Capítulo 2: Caracterización de la entidad objeto de estudio, aplicación del procedimiento de MCC seleccionado, además se muestran las principales conclusiones alcanzadas con el desarrollo del trabajo; un grupo de recomendaciones que contribuyen a desarrollar trabajos futuros que enriquezcan el resultado alcanzado, la bibliografía consultada y finalmente se expone un grupo de anexos de necesaria inclusión para fundamentar, destacar y facilitar la comprensión de los aspectos de mayor complejidad tratados en el cuerpo del documento.

Capítulo I. Marco teórico referencial de la investigación

En el presente capítulo se hace un análisis exhaustivo de la literatura especializada y de otras fuentes involucradas en el temático objeto de estudio, con vistas a precisar los principales aspectos conceptuales involucrados en la investigación.

La revisión realizada se estructuró de forma tal que permitiera el análisis del estado del arte y de la práctica como se muestra en la figura 1.1

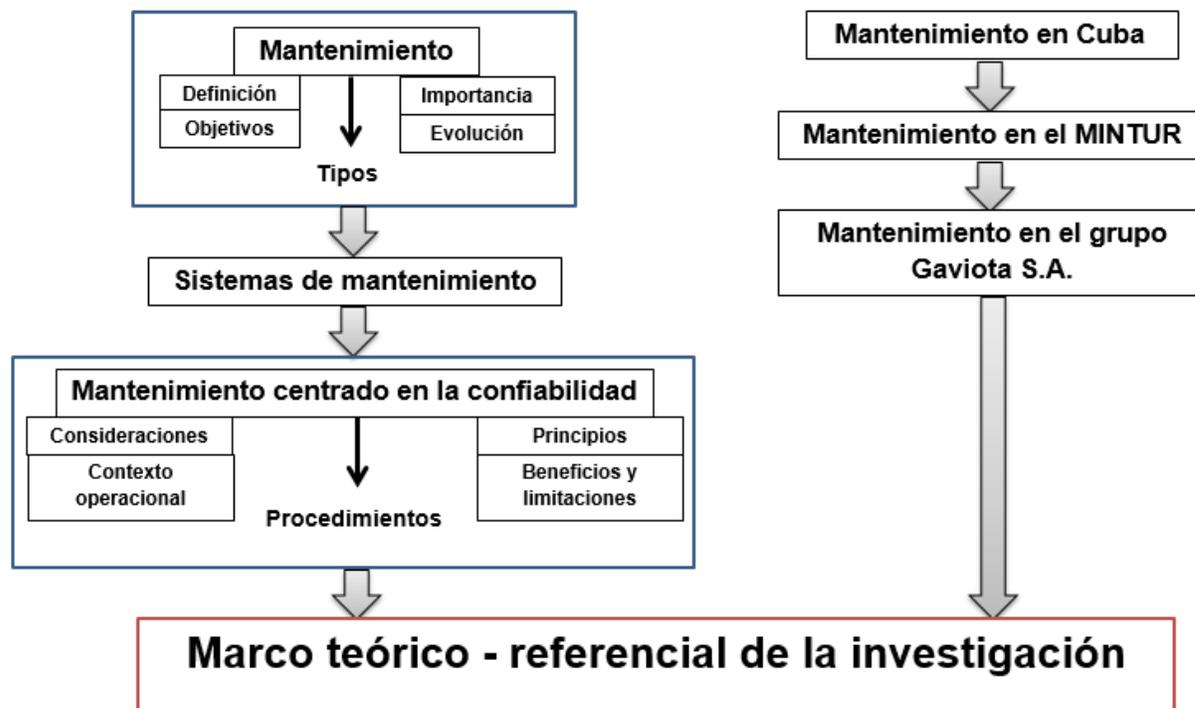


Figura 1.1 Estrategia seguida para la construcción del marco teórico referencial de la investigación. **Fuente:** elaboración propia.

1.1. Mantenimiento. Definición, objetivos, importancia, tipos de mantenimientos y evolución

En la actualidad una realidad que enfrentan las industrias en lo general, es que: Los fallos de los equipos se deben a la mala calidad de fabricación y de diseño, y causas ajenas, un gran porcentaje es debido al diseño inadecuado e incorrectas condiciones operativas, mal o nulo mantenimiento, malas condiciones de manejo, malas condiciones de almacenamiento, etcétera. El mantenimiento también está respondiendo a expectativas cambiantes. 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, conciencia de la relación entre el mantenimiento y la calidad del



producto, y la presión de alcanzar una confiabilidad alta en la planta y mantener acotado el costo (Malaguera, 2003).

Las empresas generadoras de bienes y/ o servicios que utilizan instalaciones, edificios, máquinas, equipos, herramientas, utensilios, dispositivos, etc., para lograr su objetivo social y empresarial, necesitan que estos activos se mantengan en buen estado de funcionamiento, de confiabilidad, de mantenibilidad y de disponibilidad, acorde con sus necesidades, por lo cual las organizaciones empresariales deben procurar que la vida útil de sus activos físicos sea la máxima posible al mínimo costo alcanzable; lo cual se logra a través del mantenimiento industrial como una entidad de servicio a la producción. La forma de maximizar la eficacia, la eficiencia, la efectividad y la productividad de los activos, es mediante el conocimiento y la aplicación de las leyes que gobiernan la relación entre producción y mantenimiento. (Rodríguez Machado, 2012)

1.1.1 Definición del Mantenimiento

Se pueden encontrar diversas definiciones para el concepto de mantenimiento según los criterios de cada autor expresada en diferentes libros, revistas y otros documentos con puntos de vista similares y pequeñas diferencias o adaptaciones al caso de la empresa u organización de que se trate.

A partir de los estudios realizados respecto al tema por varios autores como (Malaguera, 2003); (Rodríguez Machado, 2012) y (Mora Gutiérrez, 2012) 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.

La conceptualización de mantenimiento permite destacar el papel que el conocimiento puede ejercer sobre la eficiencia y eficacia de sus procesos. Para que un sistema técnico pueda apoyar, preservar y, en última instancia, perfeccionar las metas organizacionales, es necesario conocer la forma correcta de aplicar las técnicas y medidas administrativas, lo que implica el empleo de conocimiento técnico, administrativo, organizacional y, especialmente, de negocio al que un sistema técnico de mantenimiento puede apoyar. (Alkaim, 2003)

Mantenimiento: Conjunto de acciones perfectamente coordinadas entre todos los departamentos, con el objetivo de asegurar el funcionamiento de la instalación de manera ininterrumpida, de todos los sistemas y equipos, influenciando de forma concreta en la disminución de las quejas de los clientes, y con el mayor rendimiento energético posible, conservando permanentemente la Satisfacción Total del Cliente y garantizando la seguridad del

servicio y la defensa del medio ambiente con el costo necesario, que permita el crecimiento del negocio. (Zabiski Duardo, 2007)

Mantenimiento son todas las actividades necesarias para mantener el equipo e instalaciones en condiciones adecuadas para la función que fueron creadas; además de mejorar la producción buscando la máxima disponibilidad y confiabilidad de los equipos e instalaciones. (Neto Chusin, 2008)

Una definición general de Mantenimiento es la siguiente:

Mantenimiento son las acciones técnicas, organizativas y económicas encaminadas a conservar o restablecer el buen estado de los activos fijos, a partir de la observancia y reducción de su desgaste y con el fin de alargar su vida útil económica, para lograr una mayor disponibilidad y confiabilidad para cumplir con calidad y eficiencia sus funciones, conservando el ambiente y la seguridad del personal. (De la Paz Martínez, 2015a)

En hotelería “**mantenimiento**” puede definirse como los esfuerzos dirigidos a mantener los activos físicos en excelentes condiciones, a la vez que se brinda calidad en el servicio a un costo razonable y asegurándose de que se superan con creces las expectativas del cliente.(De la Paz Martínez, 2015b)

1.1.2 Objetivos del mantenimiento

El objetivo principal del mantenimiento, de acuerdo con los autores consultados,(Fabro, 2003); (García González-Quijano, 2004); (Torres, 2005) y (García Garrido, 2009)] coinciden en definirlo, de manera general, como: *conseguir el máximo nivel de efectividad en el funcionamiento del sistema productivo y 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 servicios funcionando con el mejor nivel de fiabilidad posible, reducir la frecuencia y gravedad de las fallas, aplicar las normas de higiene y seguridad del trabajo, minimizar la degradación del medioambiente, controlar y reducir los costos a su mínima expresión.

Autores como(Moubray, 1997);(Murillo Rocha, 2002); (Dhillon, 2002); (Alkaim, 2003); (Backlund, 2003); (Weibull, 2004); han definido los objetivos del mantenimiento como sigue:

Maximizar la **productividad**:

Reducir al mínimo los costos debidos a las paradas por averías accidentales de las máquinas que reportan pérdidas de producción.



Aportar sugerencias de mejora productiva o de calidad a través de la experiencia en las intervenciones en las máquinas.

Reparar con el mínimo tiempo y con la máxima durabilidad de la reparación las máquinas averiadas.

Minimizar el **costo**:

Realizar un aprovisionamiento de piezas de recambio de los equipos con una medida justa entre la inversión realizada para la adquisición de estos recambios y el costo que ocasiona la parada por la falta de la pieza.

Alargar la vida de la máquina en sus condiciones originales de calidad y de rechazo

Ahorrar **energía**

Asegurar el suministro de energías, electricidad, aire comprimido, gas.

Minimizar el impacto en el **medio ambiente**

Maximizar la **seguridad y la higiene**:

-Asegurar la seguridad y salud para las personas

Asegurar la calidad **exigida**

1.1.3 Importancia del Mantenimiento

El departamento de mantenimiento de una industrial tiene cuatro objetivos que deben marcar y dirigir su trabajo:

- Cumplir un valor determinado de disponibilidad.

- Cumplir un valor determinado de fiabilidad.

-Asegurar una larga vida útil de la instalación en su conjunto, al menos acorde con el plazo de amortización de la planta.

-Conseguir todo ello ajustándose a un presupuesto dado, normalmente el presupuesto óptimo de mantenimiento para esa instalación.

1.1.4 Tipos de mantenimientos

Algunos autores como (Morales Silverio, 1993), (Aduvire, 1994), (De la Paz Martínez, 1996), (Plath, 1996), (Carrazana Lagares, 1998), (COPIMAN, 2001), (Borroto Pentón, 2005) y (Alfonso Llanes, 2009) se refieren a sistemas de mantenimiento, otros lo denominan tipos, métodos, técnicas, estrategias y hasta filosofías; sin embargo la mayoría coinciden con los tipos de

mantenimiento expuestos en los sitios de Internet de países como México, Chile, Brasil, España, Cuba entre otros, que plantean como los más utilizados: el correctivo, el preventivo y el predictivo. A continuación, se exponen las características de los tres tipos básicos de mantenimiento.

Mantenimiento correctivo: es el tipo de mantenimiento que se encarga de realizar la operación una vez que se ha producido la avería o el paro de la máquina o instalación. Dentro de este tipo de mantenimiento se pueden contemplar dos tipos o enfoques.

- Mantenimiento paliativo o de campo (de arreglo): este se encarga de la reposición del funcionamiento, aunque no quede eliminada la fuente que provocó la avería.
- Mantenimiento curativo (de reparación): este se encarga de la reparación propiamente pero eliminando las causas que han originado la avería.

Mantenimiento preventivo: este tipo de mantenimiento consiste en la programación de la actuación de la máquina para realizar una serie de trabajos con el objetivo de rebajar las averías o las paradas intempestivas, previenen la posible avería inspeccionando visualmente, midiendo temperaturas, controlando la lubricación, controlando fisuras, corrosiones, etc. Pretende reducir la reparación mediante una rutina de inspecciones periódicas y la renovación de los elementos averiados.

Mantenimiento predictivo: consiste en predecir es decir en adelantarse a la posible avería antes de que se produzca, esto se consigue con un análisis de las características de la máquina a mantener y la lectura periódica de algunos parámetros como por ejemplo las vibraciones. El análisis de estos datos indicará la degradación del elemento mecánico, por ejemplo, de rodamiento. Los datos indicarán cuál es el momento idóneo para realizar la sustitución de este antes de que se produzca la rotura. Para conseguir esto se utilizan herramientas y técnicas de monitorización de parámetros físicos.

Mantenimiento productivo: consiste en un concepto más amplio del mantenimiento e involucra a todos los departamentos que intervienen en la producción o fabricación en el mismo. No recae sólo en el departamento de mantenimiento sino en toda la estructura de la empresa. El buen funcionamiento de las máquinas o instalaciones dependen y es responsabilidad de todos. Asume el reto de trabajar hacia los cero fallos, cero averías, cero incidencias y cero defectos.

Mantenimiento modificativo: este tipo de mantenimiento es aquel que se realiza tanto para modificar las características de producción de los equipos, como para mejorar la fiabilidad, mantenibilidad y seguridad de la máquina o instalación.

1.1.5 Evolución del mantenimiento en el mundo

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 centrara 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 costos 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, y menor costo. Todo ello 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

Esta generación se inicia 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 elevados, cobraban mucha importancia los tiempos de parada debido a los costos por pérdidas de producción, alcanzó mayor complejidad la maquinaria y aumentó nuestra dependencia de ellas, se exigían productos y servicios de calidad, considerando aspectos de seguridad y medioambiente y se consolidó el desarrollo del mantenimiento preventivo. La tercera generación centralizó sus tareas en los objetivos siguientes: mayor disponibilidad y fiabilidad, mayor seguridad, mayor calidad del producto, respeto al medio ambiente, mayor vida de los equipos y

eficiencia de costos, dando lugar a técnicas como: monitoreo de condición, diseño basado en fiabilidad y mantenibilidad, estudios de riesgo, utilización de ordenadores pequeños y rápidos, análisis de los modos de fallos y sus efectos y análisis de los modos de fallos y sus efectos críticos (FMEA y FMECA, respectivamente), 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. El nuevo enfoque se centra en la eliminación de fallos utilizando técnicas proactivas. Ya no basta con eliminar las consecuencias del fallo, sino que se debe encontrar la causa de ese fallo para eliminarlo y evitar así que se repita. Así mismo, existe una preocupación creciente de la importancia de la mantenibilidad y fiabilidad de los equipos, de manera que resulta clave tomar en cuenta estas propiedades desde la fase de diseño del proyecto. Otro punto importante es la tendencia a implantar sistemas de mejora continua de los planes de mantenimiento preventivo y predictivo, de la organización y ejecución del mantenimiento. La cuarta generación tiene definidos como objetivos: mayor disponibilidad y fiabilidad, mayor seguridad, mayor calidad del producto, respeto al medio ambiente, mayor vida de los equipos, eficiencia de costos, mayor mantenibilidad, relación patrones de fallos y eliminación de los fallos. Para sustentar estos objetivos las técnicas utilizadas son las siguientes: monitoreo de condición, utilización de ordenadores pequeños y rápidos, Modos de Fallo y Causas de Fallo (FMEA, FMECA), polivalencia, relación trabajo en equipo y mantenimiento autónomo, estudio de fiabilidad y mantenibilidad durante el proyecto, gestión del riesgo, sistemas de mejora continua, mantenimiento preventivo, mantenimiento predictivo, relación mantenimiento proactivo y eliminación del fallo, grupos de mejora y seguimiento de acciones.

Quinta generación

Esta generación está centrada en la Terotecología. 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 costos 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. Combina experiencia y conocimiento para lograr una visión holística del impacto del mantenimiento sobre la calidad de los elementos que constituyen un proceso de producción, y para producir

continuamente mejoras tanto técnicas como económicas. La quinta generación define como objetivos: plantear las bases y reglas para la creación de un modelo de gestión de mantenimiento orientado por la técnica y la logística integral de los equipos.

En la tabla 1.1 se detallan algunas características de las generaciones analizadas anteriormente.

Generación	Época en que aparece	Principales fundamentos
Primera generación	Desde el inicio de la Segunda Guerra Mundial	Mantenimiento preventivo sistemático
Segunda generación	A partir de la Segunda Guerra Mundial	Mantenimiento preventivo sistemático
Tercera generación	Década de los 80	Mantenimiento predictivo o por condición, Análisis de fallo, RCM, y TPM
Cuarta generación	Década de los 90	World Class Management y la eficiencia en la gestión
Quinta generación	Siglo XXI	Terotecnología. Visión técnico económica de los activos y del costo del ciclo de vida

Fuente: Adaptado de (García Garrido, 2009)

1.1.6 Evolución del mantenimiento en Cuba

En Cuba, antes de 1959 y con la excepción de determinadas industrias, no existía una cultura de mantenimiento, y no fue sino hasta 1961 cuando comenzó a promoverse el respeto hacia esta actividad, a partir de la introducción del Mantenimiento Preventivo Planificado en el entonces Ministerio de Industrias.

En 1975, el Centro de Servicio Técnico Automotriz (CESETA), publicó el Manual de mantenimiento y reparación de equipos industriales. El objetivo de este manual era guiar la



aplicación del Mantenimiento Preventivo Planificado en plantas y talleres, principalmente de la industria mecánica.

En el marco del proceso de institucionalización del país, el primero de diciembre de 1976 se promulgó la Ley No. 1323, Ley de Organización de la Administración Central del Estado, que estableció, entre las atribuciones y funciones principales del Ministerio de la Industria Sidero-Mecánica, en su artículo 81, inciso ch, "...la elaboración de Normas de Mantenimiento y Explotación para las Máquinas-Herramienta del País".

En el II Congreso del Partido Comunista de Cuba realizado en 1981, se estableció, como un lineamiento para el desarrollo de la industria: "Ejecutar una política sistemática de mantenimiento y reparaciones generales que permitan garantizar o restituir las capacidades potenciales a las unidades..." y, a partir de la política trazada en el país en relación con el mantenimiento, la mayoría de las empresas cubanas asumieron el Sistema de Mantenimiento Preventivo Planificado, conocido por las siglas MPP, adaptándolo a sus características.

Cabe destacar que, en 1985, el Ministerio de la Industria Básica (MINBAS) aprobó una nueva política de mantenimiento para sus empresas que cambió la óptica del ya tradicional sistema de MPP a sistemas más adecuados a las características de las mismas, en particular se implementó el Sistema de Mantenimiento por Diagnóstico.

En el mes de octubre de 1987 cobró vigencia la Norma Cubana (NC 92-44: 86) que establece los términos y definiciones fundamentales y de uso más común en la realización del mantenimiento y la reparación de los artículos industriales. Esta norma concordaba con una norma CAME análoga de 1985 (SE-CAME 5151) y tenía como base las normas cubanas del Sistema Único de Documentación de Proyectos de 1978 y la Norma Internacional ISO 4092 de 1984.

En 1996 se realiza otro avance en la actividad del mantenimiento en nuestro país este avance está dado por la propuesta realizada por (De la Paz Martínez, 1996); donde se desarrolla la versión cubana del Sistema Integrado de Mantenimiento, denominado en Cuba Sistema Alternativo de Mantenimiento (SAM) a partir de ese momento se comenzaron a aplicar varios sistemas de mantenimiento, principalmente en plantas productivas del Ministerio de la Industria Ligera.

En el año 2001 se realiza otro aporte a la Gestión del Mantenimiento, esta vez desde una óptica poco tratada pero verdaderamente importante, la planificación de los Recursos Humanos en el SAM. Otra aplicación que fue efectuada en plantas textiles del Ministerio de la Industria Ligera.

En 2005 se produjo otro avance notable en la Gestión del Mantenimiento; en (Borroto Pentón, 2005) fue confeccionado un procedimiento para la realización de la auditoría de Mantenimiento en el Ministerio de Salud Pública específicamente en hospitales de la provincia Villa Clara. Además, como resultado de las auditorías aplicadas se propuso un sistema de mantenimiento especialmente diseñado para hospitales denominado Sistema Alternativo de Mantenimiento en Hospitales.

En el 2009 se realizó otro aporte a la Gestión del Mantenimiento en nuestro país. (Alfonso Llanes, 2009) propone un procedimiento para administrar el proceso de tercerización del mantenimiento, cuya aplicación se realizó en empresas del Ministerio de la Industria Alimentaria (MINAL), del Ministerio del Turismo (MINTUR), y del Ministerio de la Industria Ligera (MINIL), proveyendo de una herramienta al sistema empresarial efectiva para la administración de los procesos de externalización de actividades y funciones de mantenimiento.

En mayo de 2011, en el (Lineamientos, 2011), se ponen en vigor los lineamientos que regirán la política económica y social del país, donde se trata el mantenimiento en 16 de ellos.

Al analizar las actividades realizadas en función del desarrollo del mantenimiento en Cuba se puede asegurar que se ha producido un avance paulatino, no obstante se debe señalar que se está lejos aún de lograr que las empresas adquieran una cultura fortificada y con basamentos sólidos respecto a la Gestión del Mantenimiento. (Rodríguez Machado, 2012)

1.2 Sistemas de Mantenimiento

En Cuba, algunos autores (Fernández, 1983); (Navarrete Pérez, 1986); (Portuondo Pichardo, 1990); (Taboada Rodríguez, 1990); (Tobalina, 1994) han identificado como sistemas de mantenimiento a los siguientes: Sistema controlado mediante la supervisión en la producción, Sistema regulado, Sistema por interrupción en la producción o contra avería, Sistema inspectivo, predictivo o por diagnóstico y Sistema de Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP). También es conocido en la industria cubana, el Sistema Alternativo de Mantenimiento (SAM) como un sistema integrador de varios de los sistemas tradicionales. A continuación, se presentan algunas de las denominaciones más utilizadas al definir los sistemas de mantenimiento:

- Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP)
- Sistema Alternativo de Mantenimiento (SAM)
- Mantenimiento Autónomo/Mantenimiento Productivo Total (TPM)

- **Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (MCC)**
- **Mantenimiento Preventivo Planificado (MPP):** representa un conjunto de medidas organizativas y técnicas dirigidas al cuidado, observación, mantenimiento y reparación de las máquinas y equipos. La base para la planificación son los datos sobre la duración y estructura del ciclo de reparaciones de las máquinas y equipos. El sistema establece que después de que cada equipo haya trabajado las horas reglamentadas, corresponde la realización de revisiones y de las reparaciones planificadas, conforme con el plan que comprende las reparaciones pequeñas, medianas y generales. Esto implica el establecimiento de un programa que se denomina ciclo de reparación, que consiste en el período entre dos reparaciones generales o, para el caso de equipos que inician su operación, al período entre su puesta en funcionamiento y la primera reparación general.
- **Sistema Alternativo de Mantenimiento (SAM):** es un sistema para la organización, planificación y control del mantenimiento industrial y se caracteriza por integrar armónicamente más de uno de los sistemas de mantenimiento anteriormente expuestos. En particular, el SAM incluye mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo y mantenimiento predictivo o por diagnóstico (De la Paz Martínez, 1996).
- **Mantenimiento Productivo Total (TPM):** es un conjunto de disposiciones técnicas, medios y actuaciones que permiten garantizar que las máquinas, instalaciones y organizaciones que conforman un proceso básicos o línea de producción, pueden desarrollar el trabajo que tienen previsto en un plan de producción en constante evolución por la aplicación de la mejora continua. En este contexto el TPM asume el reto de cero fallos, cero incidentes, cero defectos para mejorar la eficacia de un proceso, permitiendo reducir costos y stocks intermedios y finales, con lo que la productividad mejora. Teniendo así, como acción principal: cuidar y explotar los sistemas y procesos básicos productivos, manteniéndoles en su [estado de referencia] y aplicando sobre ellos la mejora continua.
- **Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (MCC):** es una metodología de análisis sistemático, objetivo y documentado, aplicable a cualquier tipo de instalación industrial muy útil para el desarrollo u optimización de un plan eficiente de mantenimiento preventivo en una instalación industrial que contribuya a la mejora de la confiabilidad de la misma y, por consiguiente, al incremento de la rentabilidad de los procesos implicados y del valor de los activos fijos. Como se puede apreciar existen diferentes sistemas de mantenimiento que pueden ser utilizados de acuerdo a las características de cada empresa. A continuación se profundiza en los aspectos referentes a una de las metodologías de mantenimiento más novedosa, el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad.

1.3 Aspectos generales sobre el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad

El Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC) es una metodología ampliamente aceptada que ha estado disponible en la industria durante más de 30 años, y ha demostrado ofrecer una estrategia eficiente para la optimización de mantenimiento preventivo, con el objeto principal de reducir los costes de mantenimiento, al mismo tiempo, aumentar la confiabilidad y la seguridad de los equipos.

El MCC se basa en la confiabilidad desde el diseño del equipo y su objetivo es preservarla durante el ciclo de la operación, el resultado busca obtener un programa de mantenimiento preventivo que logre los niveles deseados de seguridad y confiabilidad al mínimo costo posible. Es a través del programa preventivo que se logran detectar fallas incipientes y corregirlas antes de que ocurran o causen mayores efectos, igualmente busca reducir la probabilidad de falla. (Martínez Giraldo, 2014)

El Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC) es un proceso sistemático utilizado para asegurar que cualquier equipo es capaz de satisfacer continuamente las funciones para la cual fue diseñado, operando en el contexto donde se encuentra instalado. Es un enfoque estructurado para desarrollar un programa de mantenimiento rutinario óptimo diseñado para promover altos niveles de servicios de confiabilidad al costo más bajo. El proceso MCC consiste en pasos predefinidos, completados en un orden lógico, en acuerdo con reglas específicas (Moubray, 1997):

- 1 ¿Cuáles son las funciones?
- 2 ¿De qué forma puede fallar?
- 3 ¿Qué causa que falle?
- 4 ¿Qué sucede cuando falla?
- 5 ¿Qué ocurre si falla?
- 6 ¿Qué se puede hacer para prevenir los fallos?
- 7 ¿Qué sucede si no puede prevenirse el fallo?

1.3.1 Consideraciones sobre la introducción del MCC

Todo sistema, plan o proyecto contiene características únicas que lo definen y diferencian del resto, se hace necesario entonces conocer y tener en cuenta distintos elementos fundamentales a la hora de desarrollar cualquier trabajo o investigación. En el caso específico del MCC es vital no evitar ni saltar ningún detalle, pues se incurriría en errores graves.

Detalles de estos elementos:

- Recursos: la introducción del MCC requiere una cantidad considerable de recursos, tiempo y energía para hacerlo exitosamente. Recursos para nuevo equipamiento y entrenamiento de los operadores, según las recomendaciones del MCC, no son factibles.
- Costos: los costos iniciales de una implementación del MCC son elevados por lo que se busca llevarlo a cabo siempre y cuando se esperen unos beneficios elevados con su introducción. Se debe tener cuidado de no sobrestimar los beneficios esperados.
- Tiempo: el MCC usualmente es una meta a largo plazo con expectativas a corto plazo. Muchas veces es criticado por la cantidad de tiempo que consume su aplicación dado que actualmente en el ambiente empresarial se demandan soluciones tácticas con resultados inmediatos. El reto resulta en adoptar el MCC para alcanzar rápidos retornos económicos.
- Condiciones para el mejoramiento continuo: las personas tienen que comprender la importancia de llevar la estadística de fallos para poder soportar los análisis de fallos y realizar cambios. Los fallos condicionales tienen que ser reportados en la manera en la que las causas de los fallos son colectadas.

1.3.2 Principios del MCC

El MCC se basa en un grupo de principios primarios (Dhillon, 2002); (Backlund, 2003); (Alkaim, 2003). Los principios del MCC surgen de una revisión rigurosa de determinadas preguntas que a menudo se hacían los expertos, dígame (Backlund, 2003):

- 1- ¿Cómo ocurren los fallos?
- 2- ¿Cuáles son sus consecuencias?
- 3- ¿Cuánta solución puede aportar un mantenimiento preventivo?

A continuación se detallan los cuatro principios básicos del MCC:

- **Orientación a la función del equipo:** este busca preservar la función del sistema o del equipamiento y no solo la factibilidad operacional. La redundancia de la función, mediante equipos múltiples, mejora la confiabilidad operacional, pero incrementa el costo del ciclo de vida en términos de inversión y costos operacionales.
- **Enfoque en sistema:** busca mantener la función del sistema más que la función de componentes individuales.
- **Centrado en la fiabilidad:** le brinda una importancia alta a la relación entre la edad operacional del sistema y la estadística de fallos. Generalmente no se centra en una simple tasa

de fallos, sino que busca conocer la probabilidad condicional de ocurrencia de fallos a edades específicas (la probabilidad de que el fallo ocurra en determinada edad operacional).

- **Reconoce las limitaciones en el diseño:** su objetivo es mantener la fiabilidad inherente del diseño del equipo, reconociendo que los cambios en la fiabilidad inherente son consecuencia del diseño más que del mantenimiento. El mantenimiento, cuando más, solo puede lograr y mantener el nivel de fiabilidad previsto en el diseño del equipo. Además, el MCC reconoce que a menudo existe diferencia entre la vida de diseño percibida y la vida de diseño actual o intrínseco, y dirige sus ideas hacia el proceso de exploración de la influencia de la edad en el comportamiento del sistema.

1.3.3 Contexto operacional

Antes de comenzar a redactar las funciones deseadas para el activo que se está analizando (primera pregunta del MCC), se debe tener un claro entendimiento del contexto en el que funciona el equipo. Por ejemplo, dos activos idénticos operando en distintas plantas, pueden resultar en planes de mantenimiento totalmente distintos si sus contextos de operación son diferentes. Un caso típico es el de un sistema de reserva, que suele requerir tareas de mantenimiento muy distintas a las de un sistema principal, aun cuando ambos sistemas sean físicamente idénticos. Entonces, antes de comenzar el análisis se debe redactar el contexto operacional, breve descripción (2 o 3 cuartillas) donde se debe indicar: régimen de operación del equipo, disponibilidad de mano de obra y repuestos, consecuencias de indisponibilidad del equipo (producción perdida o reducida, recuperación de producción en horas extra, tercerización), objetivos de calidad, seguridad y medio ambiente, etc.

1.3.4 Beneficios y limitaciones asociados al MCC

El MCC ha sido usado por una amplia variedad de industrias durante los últimos años. De ello se ha concluido que cuando se aplica correctamente produce los beneficios siguientes según los diferentes autores referenciados en la investigación (Pérez Jaramillo, 2003); (Alkaim, 2003).

Una gran ventaja es el modo en que provee criterios simples, precisos y fáciles de comprender para decidir (si hiciera falta) qué tarea sistemática es técnicamente posible en cualquier contexto, y si fuera así para decidir la frecuencia en que se hace y quién debe hacerlo. El RCM también ordena las tareas en un orden descendente de prioridad. Si las tareas no son técnicamente factibles, entonces se debe tomar una acción apropiada.

1- Mayor seguridad y protección del entorno, debido a:

- Mejoramiento en el mantenimiento de los dispositivos de seguridad existentes.

- La disposición de nuevos dispositivos de seguridad.
- La revisión sistemática de las consecuencias de cada falla antes de considerar la cuestión operacional.
- Claras estrategias para prevenir los modos de fallos que pueden afectar a la seguridad, y para las acciones “a falta de” que deban tomarse si no se pueden encontrar tareas sistemáticas apropiadas.
- Menos fallos causados por un mantenimiento innecesario.

2- Mejores rendimientos operativos, debido a:

- Un mayor énfasis en los requisitos del mantenimiento de elementos y componentes críticos.
- Un diagnóstico más rápido de los fallos mediante la referencia a los modos de fallos relacionados con la función y a los análisis de sus efectos.
- Menor daño secundario a continuación de los fallos de poca importancia (como resultado de una revisión extensa de los efectos de los fallos).
- Intervalos más largos entre las revisiones, y en algunos casos la eliminación completa de ellas. Listas de trabajos de interrupción más cortas, que llevan a paradas más cortas, más fáciles de solucionar y menos costosas.
- Menos problemas de “desgaste de inicio” después de las interrupciones debido a que se eliminan las revisiones innecesarias.
- La eliminación de elementos superfluos y como consecuencia los fallos inherentes a ellos. La eliminación de componentes poco fiables.
- Un conocimiento sistemático acerca la planta.

3- Mayor control de los costos debido a:

- Menor mantenimiento rutinario innecesario.
- Mejor compra de los servicios de mantenimiento (motivada por el énfasis sobre la consecuencia de los fallos).
- La prevención o eliminación de los costos, de los fallos
- Unas políticas de funcionamiento más claras, especialmente en cuanto a los equipos de reserva.
- Menor necesidad de usar personal experto porque todo el personal tiene mejor conocimiento de la planta.
- Pautas más claras para la adquisición de nueva tecnología de mantenimiento tal como equipos de monitorización de la condición (conditionmonitoring).

- La carga de trabajo resultante es mucho más baja que si el programa es desarrollado con los métodos tradicionales.
- 4- Una vida útil de los equipos más prolongada debido al aumento del uso de las técnicas de mantenimiento “a condición”.
- 5- Una amplia base de datos de mantenimiento, que:
- Reduce los efectos de la rotación del personal con la pérdida consiguiente de su experiencia y competencia.
 - Provee un conocimiento general de la planta más profundo en su contexto operacional.
 - Provee una base valiosa para la introducción de los sistemas de expertos
 - Conduce a la realización de planos y manuales más exactos.
 - Hace posible la adaptación a circunstancias cambiante (tales como nuevos horarios de turno o una nueva tecnología) sin tener que volver a considerar, desde el principio, todas las políticas y programas de mantenimiento.
 - Permiten a quienes utilizan el equipo de mostrar que sus programas de mantenimiento están contruidos sobre una base racional.
 - La información almacenada en las hojas de trabajo de RCM reduce los efectos de la rotación de personal y la pérdida de experiencia que esto provoca, a su vez provee una clara visión de las habilidades necesarias para mantener cada activo físico y para decidir que repuesto deben tener en stock.
 - Un producto secundario valioso es la mejora de planos y manuales.
- 6- Mayor motivación de las personas, especialmente el personal que está interviniendo en el proceso de revisión. Esto lleva a un conocimiento general de la planta en su contexto operacional, junto con un “compartimiento” más amplio de los problemas del mantenimiento y de las soluciones tienen mayores probabilidades de éxito. También aumenta la probabilidad de que las soluciones perduren.
- 7- Mejor trabajo de equipo: el RCM provee un lenguaje técnico que es fácil de entender para cualquier persona que tenga alguna relación con el mantenimiento. El RCM da resultado rápidamente; de hecho, si son enfocadas y aplicadas correctamente, las revisiones de RCM se repagan en cuestión de meses y hasta semanas.

Según (Pérez Jaramillo, 2003) con la aplicación del RCM se pueden obtener los tres resultados tangibles siguientes:

- Programas de mantenimiento a ser realizados por el departamento de mantenimiento.

- Procedimientos de operación revisados para los operadores de los activos.
- Una lista de áreas donde deben ser hechos cambios de una sola vez, tanto en el diseño del activo como en la manera en que es operado, de modo de manejar las situaciones donde los activos no pueden suministrar el estándar de funcionamiento deseado en la configuración actual.

Los beneficios listados anteriormente revelan que sus efectos pueden ser agrupados en cuatro

categorías:

- Reducida cantidad de actividades de mantenimiento
- Sistemas de administración del mantenimiento mejorada
- Incremento de la productividad
- Mayor integridad de seguridad y medioambiental

Se considera que las **limitaciones** del MCC (Pérez Jaramillo, 2003); (Alkaim, 2003); deben ser analizadas detalladamente al aplicar los planes de acción que de éste se generan. A continuación se presentan las limitantes fundamentales definidas por los estudiosos del tema:

- Capacidad limitada para la identificación de defectos internos en la medida que el defecto o se manifieste externamente por incremento de la temperatura
- Los reflejos solares pueden enmascarar o confundir defectos
- El estado de carga del elemento bajo análisis puede influir en la determinación de las anomalías.
- Requiere un conocimiento amplio acerca de la fiabilidad y mantenibilidad del sistema y todos sus componentes.
- El personal de mantenimiento requiere de un conocimiento amplio sobre la funcionalidad de cada elemento de las máquinas y/o equipos.
- Debido a la complejidad del proceso de implementación, se requiere de personal con el conocimiento necesario para la aplicación de la metodología y el desarrollo de procedimientos.
- El tiempo requerido para obtener resultados es relativamente largo, o sea, los resultados generalmente son alcanzados a mediano y largo plazo, lo cual puede ser un motivo de descontento por parte de las jefaturas que exigen, en su mayoría, resultados inmediatos.

- Si bien es cierto que a largo plazo aumenta la relación costo - beneficio, en un principio, requiere una inversión considerable de recursos, que por tanto merece ser colegiado por el staff de la gerencia de mantenimiento.
- Los paradigmas antiguos de mantenimiento son difíciles de cambiar en el personal cuya mentalidad se enfoca en un mantenimiento tradicional, siendo insensibles al cambio.
- Demanda el conocimiento de normas que especifican las exigencias que debe cumplir un proceso para poder ser denominado MCC.

1.3.5 Procedimiento de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.

El proceso para desarrollar el MCC es tratado en disímiles literaturas (Moubray, 1997); (Murillo Rocha, 2002); (Dhillon, 2002); (Alkaim, 2003); (Backlund, 2003). En el **Anexo 1** se muestra un resumen de los procedimientos presentados en estas fuentes. La mayoría de las propuestas se encuentran enfocadas a darle respuesta a las siete preguntas básicas enunciadas por (Moubray, 1997), las cuales forman parte del proceso de decisión y de análisis funcional del MCC, a través de una serie de pasos estructurados. Las propuestas presentadas por (Moubray, 1997), (Alkaim, 2003), (Smith, 2006) han sido utilizadas con éxito en instalaciones hoteleras..

1.4. El Mantenimiento en Cuba

Antes del 1990 la industria cubana desarrolló una cultura industrial que estuvo caracterizada por la aplicación de tecnologías y sistemas de trabajo provenientes del antiguo campo socialista entre ellos los sistemas de Mantenimiento Preventivo Planificado que tenía asegurado el suministro estable de piezas de repuesto y la preparación de los recursos humanos, posibilitando realizar servicios técnicos de mantenimiento y reparaciones preventivas a las máquinas, equipos e instalaciones.

Sin embargo, no todas las instalaciones industriales adoptaron esta línea de trabajo debido fundamentalmente a la no existencia de una política que estableciera para toda la industria del país los receptos o requerimientos a cumplir para asegurar la disponibilidad técnica del equipamiento.

A partir de esta fecha comenzó el deterioro, las paralizaciones, las indisciplinas tecnológicas, la emigración de la fuerza técnica y la pérdida de la cultura industrial en la mayoría de aquellas entidades y ramas de la economía que habían logrado la aplicación de las técnicas de mantenimiento.

Desde el inicio del año 2005 algunos sectores de la economía comenzaron a rescatar y establecer sus propios Sistemas de Gestión de Mantenimiento, como es el caso de los antiguos ministerios, Ministerio de la Industria Básica (MINBAS) y el Ministerio de la Industria Sidero-Mecánica y otros diseñaron de manera incipiente procedimientos y normas que establecen de alguna manera como organizar el mantenimiento industrial.

Por citar ejemplos, ha faltado en casi todos los sistemas procedimientos y normas que aseguren el control del cumplimiento de los planes de mantenimiento, así como de los análisis de las averías ocurridas y el control de la calidad. Esta situación ha provocado que se acumulen incumplimientos del plan de mantenimiento sin ningún seguimiento a su ejecución, casi siempre sin un responsable de las causas que provocan que el mantenimiento no se ejecute en el momento en que se planificó, y también que ocurran averías y no se analicen sus causas, así como en el control de la calidad de los mantenimientos la cual no se controla y en el mejor de los casos no se hace con rigor. (Mantenimiento, 2014)

1.5. El Mantenimiento en el MINTUR

El Ministerio del Turismo (MINTUR) es el organismo estatal rector del Sistema de Turismo, en el cual participan entidades del país como Gaviota S.A, Islazul, Cubanacán S.A, Gran Caribe, el mismo elabora la Política de Mantenimiento Basado en la (MINTUR, 2010) por el cual se rigen las entidades que administra directamente este sector.

El Ministerio de Turismo tiene la misión de diseñar y ejecutar la política turística, de forma tal, de dirigir su proceso de desarrollo, logrando para este sector la competitividad global, garantizando su rentabilidad y sustentabilidad en el tiempo y su constante vínculo con la elevación del nivel y calidad de vida de los ciudadanos del país.

1.6. El Mantenimiento en el grupo Gaviota S.A.

En la actualización del modelo económico cubano se aprobó el Lineamiento No: 267- Política para el turismo que plantea: "priorizar el mantenimiento y renovación de la infraestructura turística y de apoyo. Aplicar políticas que garanticen la sostenibilidad de su desarrollo, implementando medidas para disminuir el índice de consumo de agua y portadores energéticos e incrementar la utilización de fuentes de energía renovable y el reciclaje de los desechos que se generan en la prestación de los servicios turísticos". (Lineamientos, 2011)

Es por ello las instalaciones turísticas de la sociedad mercantil cubana Grupo de Turismo Gaviota S.A se auxilia de un manual, basado en el Manual de SS.TT, ("Manual de Servicios Técnicos," 2011) que pretende ser una herramienta de trabajo para el personal de Servicios



Técnicos o de Mantenimiento para llevar las tareas de mantenimiento y ofrecer la mayor comodidad y servicio a los clientes.

En este manual se plantea que partiendo del principio de que todo equipo, instalación o edificio están proyectados con vistas a garantizar las características más convenientes del trabajo a desarrollar, la labor del mantenimiento incluye todas las actividades necesarias para asegurar la continuidad de las características originales de los mismos y en dependencia de las características particulares de cada instalación tendrá el siguiente alcance:

- Mantenimiento de equipos, instalaciones y servicios de los diferentes departamentos.
- Mantenimiento de las edificaciones y obras civiles existentes.
- Mantenimiento del parque de máquinas herramientas existentes en los talleres.
- Inspección y lubricación de las instalaciones.
- Servicios de pinturas y medidas de protección anticorrosivas.
- Modificaciones de equipos y edificaciones existentes.
- Mantenimiento a los equipos automotores.
- Mantenimiento, cuidado y conservación de las áreas verdes.
- Mantenimiento y explotación de piscinas.
- Medios técnicos de protección.

El Departamento de Servicios Técnicos o Mantenimiento igualmente participa en los trabajos de planificación y ejecución de inversiones con medios propios o a través de terceros, logrando compatibilizar los intereses constructivos proyectados a la explotación de la instalación

1.7. Conclusiones parciales

1. Mediante la revisión bibliográfica se pudo apreciar que disímiles autores han caracterizado al mantenimiento como un servicio que agrupa una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos, máquinas, construcciones civiles, instalaciones, etc.
2. La metodología MCC, como instrumento que agrupa los mantenimientos predictivos, preventivos y modificativo, apoyado en la fiabilidad de funciones y el trabajo en equipos para progresar en la reducción de los costos de mantenimiento, ha demostrado su gran beneficio en el desarrollo u optimización del programa de mantenimiento de una instalación, lo que la hace una aspirante tentadora a aplicar en organizaciones de todo tipo.

3. Una vez analizado los procedimientos existentes en la literatura y comparados con el objeto de estudio práctico, este trabajo se inclina por el procedimiento planteado por (García Garrido, 2009), el cual se basa en las normas (SAEJA1012, 2002) y modificado en el trabajo de diploma de (Hernández Mirabal, 2014) para ser aplicado a empresas cubanas y a entidades hoteleras, encaminada al trabajo con la implementación de la Norma Cubana ISO: 50001, ("SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA — REQUISITOS CON ORIENTACIÓN PARA SU USO," 2011).

Capítulo II. Aplicación de metodología del MMC al hotel Valentín Perla Blanca

En el actual capítulo se realiza una caracterización de la entidad objeto de estudio, detallándose en general su estructura organizativa, la plantilla de trabajadores, los principales clientes, la visión, aspectos relacionados al departamento de mantenimiento, como son, misión, sistema de mantenimiento empleado actualmente, objetivos y caracterización del equipo instalado en dicha entidad. Posteriormente se realiza una descripción general del procedimiento seleccionado para su aplicación en el hotel objeto de estudio. Finalmente se lleva a cabo la aplicación de la metodología seleccionada.

2.1. Descripción de la entidad objeto de estudio

El *Hotel Laguna del Este III – IV*, perteneciente a la sociedad mercantil cubana GRUPO DE TURISMO GAVIOTA S.A. tiene como objeto social brindar **Servicios de restauración y Alojamiento** con la finalidad de ofrecer un producto de calidad al mercado, rigiéndose por las definiciones y principios generales previstos en la Resolución No. 134 de 30 de Abril de 2013 del Ministro de Economía y Planificación.

Es un resort 5 estrellas “todo incluido” de 1020 habitaciones distribuidas por las siguientes categorías: 6 Suites, 4 habitaciones para minusválidos y 1020 habitaciones denominadas estándar. Ocupa una extensión de 11,3 hectáreas sobre la que se extiende un bloque principal que comprende el área administrativa, recepción, salón de internet, tea córner, salón privilege, 3 restaurantes especializados y 2 restaurantes Buffet y lobby. Además, piscina, áreas deportivas, recreativas y SPA.

La instalación ofrece además de alojamiento y gastronomía, servicios de gimnasio, centro de relajación, Internet e Internet Inalámbrico, servicios médicos, cancha de tenis, deportes náuticos, área para aeróbicos, lavandería, animación, roomservice 24 h, entre otros. Las habitaciones cuentan con suministro de agua fría y caliente, sistema de aire acondicionado, TV vía satélite, caja de seguridad, teléfono y Minibar.

Misión

El Hotel Valentín Perla Blanca tiene como misión brindar servicios de excelencia en el sector turístico a partir de una óptima explotación de los recursos disponibles y la seguridad de los servicios al cliente.

Visión



Ser el hotel más solicitado dentro del sector turístico del litoral norte de Cuba, siendo líder en el mercado por la calidad de sus servicios, precios competitivos para los clientes, experiencia, profesionalismo, competencias de sus trabajadores.

Filosofía y valores de la instalación: calidad – precio, servicio personalizado, predicar con el ejemplo, control, delegar, superación continua, formación – promoción, potenciar la responsabilidad, empresa de ambiente familiar, austeridad, trabajo, sencillez y ética.

Principales clientes: canadienses, italianos, alemanes, franceses. Además, visitan el hotel cubanos, argentinos, entre otros.

La **estructura organizativa y de mando del Hotel** es la siguiente: la máxima dirección del hotel está constituida por el Director General, Director adjunto, dos Directores Residentes, y dos Directores de Áreas Asistente a los que se subordinan los Jefes de actividades: Calidad y Atención a Clientes, Comercial, Club Diamond, Recepción, Pisos, Alimentos y Bebidas, Cocina, Higiene, Animación, Servicios Técnicos, Jardinería, Servicio Real, Almacenes, Economía, Recursos Humanos, Compras, y Seguridad y protección, los cuales a su vez poseen un cuerpo de asistentes directos para las actividades que desarrollan ver **Anexo 2**.

Esta estructura se encuentra cubierta por una **plantilla** aprobada de 1275 plazas, de ellas ocupadas: 1204, distribuidas por sexo: en 538 mujeres y 666 hombres.

2.1.1. Descripción del Departamento de Servicios Técnicos (SS.TT.)

El departamento de mantenimiento del hotel define su misión como: garantizar con calidad el plan de mantenimiento en su gestión total con costos racionales, entregas de piezas de repuesto con aceptación y brevedad en los plazos, para mantener la continuidad de los procesos de servicio.

El departamento de SS.TT. cuenta con 14 trabajadores que se encargan de mantener la disponibilidad de los diferentes equipos y áreas que por sus características y funciones necesitan de un servicio de mantenimiento. Este departamento es dirigido por un jefe de servicios técnicos, al cual se subordinan un especialista B en servicios técnicos para el turismo, un técnico en ahorro y uso racional de la energía, un programador controlador, un operario de mantenimiento a equipos e instalaciones (Jefe de Brigada), cuatro electricistas B de mantenimiento, cuatro auxiliares generales de área de playa.

El departamento de servicios técnicos tiene como principales objetivos:

- Limitar el tiempo de paradas de los equipos instalados en las instalaciones al mínimo tiempo requerido para efectuar las reparaciones necesarias, asegurando las condiciones para realizar la menor cantidad posible de trabajo.
- Mejorar los procedimientos de planificación, inspección y control de la actividad de mantenimiento.
- Crear la organización necesaria que permita asegurar las demandas de reparaciones principales (menores e imprevistas).
- Mantener una constante superación del personal en la actividad de mantenimiento a fin de que tenga pleno dominio de la tecnología empleada.

En el área de mantenimiento se laboran tres turnos de trabajo. En los dos turnos diurnos trabajan cuatro mecánicos que se encargan de mantener los diferentes equipos en perfecto estado y un grupo de electricistas encargados de reparar los desperfectos eléctricos que se presenten. En el turno nocturno laboran cuatro mecánicos y un especialista eléctrico, los cuales se encargan de darle solución a los problemas que se presenten en el transcurso de la noche, garantizando la satisfacción del cliente con la calidad del servicio que propone el hotel.

En el hotel existe un software mediante el cual se informa de las roturas al departamento de servicios técnicos, estas son recepcionadas, luego se le asigna la tarea a un obrero con un tiempo de ejecución previsto así como los materiales que se le entregan al obrero y de esta forma se rebaja directo de los almacenes. Cuando el obrero termina debe informar para que se le asigne una nueva tarea. En este software se registran todas las actividades de mantenimiento, las planificadas en la reunión anual y mensual y las reparaciones no previstas que son las que mayormente ocupan a los técnicos y obreros.

El plan de reparaciones tiene como objetivo contar con una planificación anual que considere las condiciones mecánicas reales de los equipos, programar el tiempo de parada de cada equipo y teniendo en cuenta sus características estructurales y contexto operacional, para planificar las necesidades de piezas y abastecimiento con anticipación y prepararse para efectuarlas en tiempo. Además, eliminar gradualmente, en lo posible, los trabajos imprevistos, asegurando la información necesaria en las carpetas o expedientes de cada activo.

El éxito de los trabajos de mantenimiento dependerá en forma decisiva de la detección entiempos de las afectaciones para que se pueda garantizar su ejecución en la forma más favorable y oportuna. Esta acción se realiza planificadamente y para ello en el hotel se reúne un equipo de trabajo formado por los jefes de servicios técnicos, de planificación y de brigada, además un

obrero de cada brigada. En esta reunión se analiza la periodicidad con que se le debe realizar el mantenimiento a cada uno de los equipos, teniendo en cuenta los datos estadísticos de rotura, los reportes diarios de rotura que son entregados al área de mantenimiento, más la experiencia de los trabajadores que llevan más tiempo en la entidad. Terminada la reunión, el planificador se encarga de realizar la distribución de las tareas de mantenimiento a los diferentes mecánicos en consecuencia con lo acordado anteriormente. Esta distribución será entregada al jefe de servicios técnicos. En caso de que en un mes la carga de trabajo sea demasiado grande, está se redistribuirá hacia los meses anteriores y posteriores teniendo en cuenta las distintas prioridades de los equipos al realizarle el mantenimiento programado.

La planificación de las piezas de repuesto también se realiza en la reunión anual. En esta se definen las cantidades necesarias y la fecha de entrega de las mismas, estos datos son entregados por el jefe de planificación al director de servicios técnicos. Luego, mensualmente, le son entregadas nuevamente las órdenes de trabajo para que tenga constancia de los cambios que han ocurrido en la planificación. Para dar reparación a los equipos el director de servicios técnicos recibe las tareas a realizar que a su vez se la hace llegar el jefe de planificación para la reparación de todo el año y luego para la reparación mensual, cuando este lo recibe se la entrega a los jefes de brigada para que sean recibidas en tiempo por los trabajadores, incluyendo también los reportes diarios de las quejas de los clientes que son atendidos inmediatamente por el operario encargado. Una vez terminado el trabajo, el obrero firma la orden que le fue entregada y se la devuelve al jefe de brigada, el cual la firma si está de acuerdo con el trabajo realizado y se la entrega al director de servicios técnicos, éste revisa el trabajo para ver si se cumplió con lo planificado y, si está bien lo realizado por el operario, firma la orden, archivándola luego en la carpeta del equipo al que se le efectuó el mantenimiento para así tener una mejor información. Todo lo anterior persigue, como objetivo fundamental, lograr que los equipos e instalaciones mantengan un estado técnico óptimo que permita:

- Mantener su disponibilidad técnica con una eficiencia tal que garantice el cumplimiento de los planes de servicio en forma estable y eficiente.
- Minimizar las interrupciones ocasionadas por rotura de los equipos.
- Garantizar el cumplimiento de los parámetros de calidad en lo concerniente al funcionamiento de los equipos.
- Garantizar el cumplimiento de las normas de consumo desde el punto de vista del estado técnico de los equipos.

Se decidió **centrar el trabajo en el área siguiente:**

El área de climatización: es la encargada de mantener el clima agradable en los diferentes bloques habitacionales, los departamentos de los trabajadores y los restaurantes especializados, incluyendo el buffet.

2.2. Situación actual del mantenimiento en la entidad

En el hotel no se está logrando la función del mantenimiento a plenitud ya que con sus actividades de planificación y control no se garantiza el funcionamiento regular de las instalaciones para asegurar la disponibilidad y confiabilidad de la función deseada, presentando deficiencias como:

- No se realizan todas las reparaciones planificadas en tiempo, generando descontento en los clientes, y no siempre se llevan a cabo con la calidad requerida.
- En ocasiones se incumple en la planificación de demanda de piezas de repuesto, provocando ruptura de stocks y que las mismas no se encuentran disponible en el momento necesario.
- La mentalidad de los obreros no se ha adaptado a las nuevas tecnologías instaladas en el hotel lo que provoca demoras innecesarias en las reparaciones.
- No se realizan diagnósticos acertados de los fallos mediante la referencia a los modos de fallo relacionados con la función del equipo.

2.3 Selección y aplicación del procedimiento de MCC en la entidad objeto de estudio

Analizadas la bibliografía encontradas se aplicará el procedimiento de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad propuesto por (García Garrido, 2009) cuyas fases se enuncia a continuación.

Las etapas del procedimiento son las siguientes:

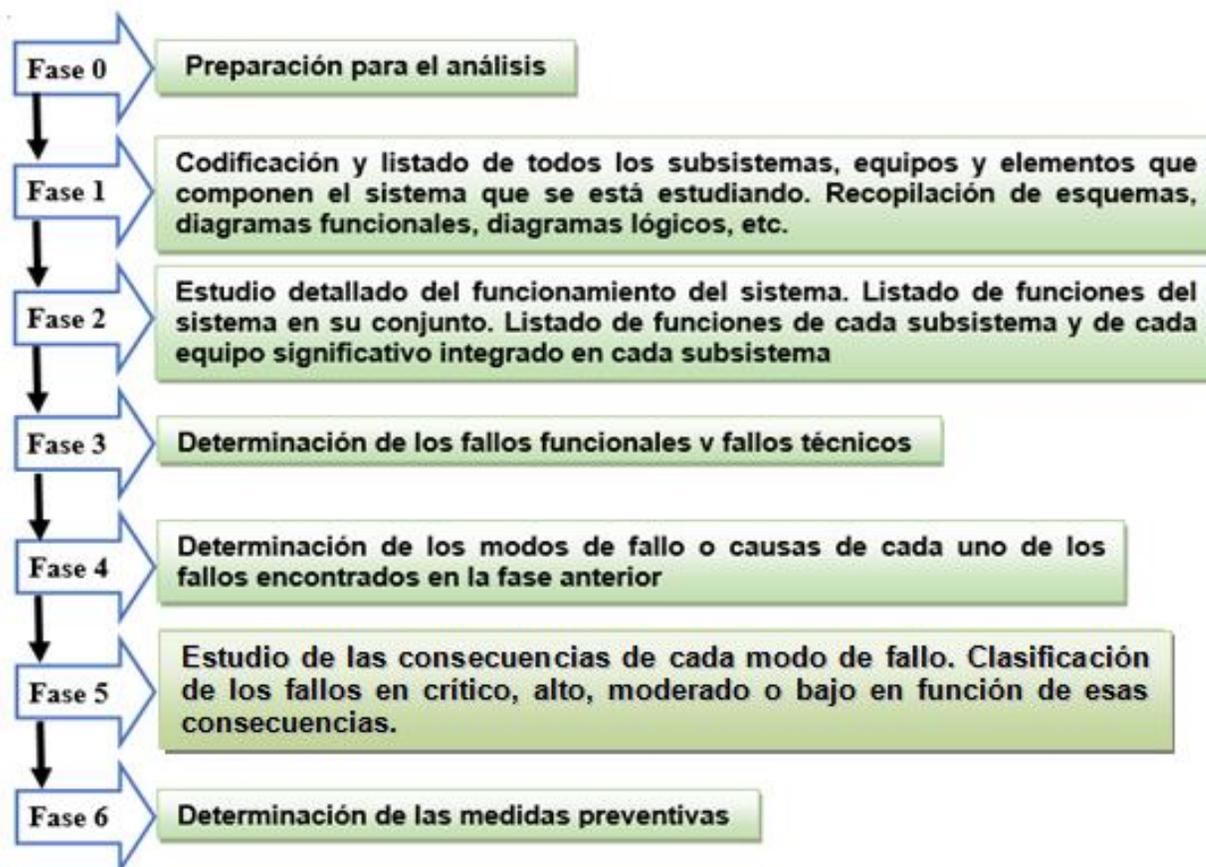


Figura 2.1 Procedimiento a seguir para la ejecución del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. **Fuente:** (García Garrido, 2009)

A continuación, se desarrolla cada una de las fases para dar cumplimiento al segundo objetivo específico trazado en el trabajo.

Fase0: Preparación para el análisis

En la primera 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 de trabajo. Luego de plantearle y explicarle a la Dirección las características y requisitos que deben cumplirlos integrantes del equipo de trabajo, quedó conformado el mismo por los especialistas que se muestra en la tabla 2.2.

Tabla 2.2 Características de los miembros del equipo de trabajo del MCC

Miembros	Cargo que ocupa
----------	-----------------

Facilitador	Tesiente
Operador	Especialista eléctrico
Especialista de mantenimiento	Subdirector mantenimiento
Supervisor General	Director de mantenimiento
Energético	Especialista energético

Fase 1. Listado y codificación de equipos

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 mayores beneficios, se seleccionó al grupo de equipos multisplit. La selección de los mismos se debe a que son equipos de vital importancia para la prestación de servicios en los bungalow, si alguno de ellos falla se verá afectada gran cantidad de las prestaciones de la entidad objeto de estudio, dado que son fundamentales en diferentes tipos de procesos.

Para poder determinar cuál multisplit ubicado en los 27 bungalow se tomará como objeto de estudio práctico, se utilizó el Diagrama de Pareto mostrándose en el anexo # 3, quedando el bungalow 17 como objeto de estudio práctico.

Fase 2 a la Fase 4: se realiza a través de la llamada Hoja de Trabajo de Información del MCC

El cubrimiento de estas fases se realiza a través de la llamada Hoja de Trabajo de Información del MCC (ver anexo# 4). 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. En lo referente a la determinación de las tareas de mantenimiento a aplicar a cada modo de fallo se sigue el procedimiento del Árbol Lógico de Decisión o Diagrama de Decisión del MCC que constituye la herramienta básica para la toma de decisiones en este paso. Los resultados de este apartado se reflejan en la Hoja de Trabajo de Decisión del MCC, la cual se muestran en el anexo # 5. Al culminar esta etapa la dirección aprobará o no las tareas propuestas, comenzándose así el desarrollo de la etapa cuatro. Bajo el supuesto de que la decisión de la dirección sea positiva será necesario saber cuán eficiente es la aplicación de la política de mantenimiento que se ha planificado para dicho entorno, esta información permite

actuar de una forma rápida y precisa sobre los factores débiles de mantenimiento. Para dicha actividad se recomienda seguir al pie de la letra los indicadores planteados por (Alfonso Llanes, 2009) en su tesis de doctorado para evaluar la efectividad en función del tipo de tarea de mantenimiento aplicado a cada equipo.

Fase 5: Estudio de las consecuencias de cada modo de fallo. Clasificación de los fallos en críticos, importantes o tolerables en función de esas consecuencias

El análisis de criticidad se va a realizar primero con el objetivo se sabe cuáles son los modos de fallas que más impactan a los multisplit y segundo para determinar en base a lo primero cuales de las acciones, que están fuera de las rutinas y planes de mantenimiento, que se deben realizar primero. Aquellas que sean las más importantes el hotel decidirá realizarlas o no, según su viabilidad financiera. Esta decisión no va a ser parte de este trabajo de grado.

Para realizar el análisis de criticidad se basará en métodos semi-cuantitativo, ya que la cualitativa, no permite dar niveles individuales de importancia, sino que genera *Rangos*. El formato que se propone se muestra en la siguiente tabla, en la que puede observar cada elemento a analizar con los pesos de cada uno, los cuales fueron dados por el equipo de trabajo previo análisis del entorno operativo actual. La criticidad se determina como:

$$\text{Criticidad} = (\text{Frecuencia de falla}) * (\text{Consecuencia de la falla})$$

El valor de la consecuencia de la falla se calculará usando la siguiente ecuación:

$$\text{Consecuencia} = ((TPPR * \text{Imp. Serv.}) + \text{Imp. Cal.} + \text{CostoRep.} + \text{Imp. Seg.} + \text{Imp. Amb.})$$

Tabla 2.1 Guía para el análisis de criticidad propuesto

1	FRECUENCIA DE FALLA	PUNTAJE
	No más de una por año	1
	Entre 2 y 12 por año	3
	Entre 13 y 52 por año	4
	Más de 52 por año (más de una interrupción semanal)	6
2	TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR	PUNTAJE
	Menos de 1 hora	1
	Entre 1 y 3 horas	2
	Entre 4 y 8 horas	3
	Más de 8 horas	5
3	IMPACTO EN EL SERVICIO	PUNTAJE
	No afecta	0.005
	Impacta menos del 10 %	0.5
	Impacta el 25 %	1
	Impacta el 50 %	2

	Detiene el servicio totalmente	5
4	IMPACTO EN LA CALIDAD	PUNTAJE
	No afecta	0.005
	Si afecta	20
6	COSTO DE REPARACION	PUNTAJE
	Menos de \$ 969,80	1
	Entre \$ 969,80- 1015,63	3
	Entre \$ 1015,63-1084,40	5
	Entre \$ 1084,40-1130,25	7
	Más de \$ 1130,25	10
7	IMPACTO EN SEGURIDAD	PUNTAJE
	SI	30
	NO	0
8	IMPACTO AMBIENTAL	PUNTAJE
	No afecta	0.005
	Contaminación atmosférica	5
	Derrame de aceites	10
	Contaminación del suelo por sustancias peligrosas	15

Los niveles de criticidad (NC), se clasifican según la criticidad de cada modo de fallo a través de los intervalos seleccionados por el grupo de expertos, como se muestra en la **tabla 2.2**.

Tabla 2.3. Distribución de los modos de fallas más riesgosos para el sistema.

NIVEL DE CRITICIDAD	RANGO DEL VALOR DEL PERCENTIL
CRITICO	SUPERA AL 80 % DEL VALOR DE CRITICIDAD 480
ALTO	ENTRE EL 50 A 80 % DEL VALOR DE CRITICIDAD 300
MODERADO	ENTRE EL 25 A 50 % DEL VALOR DE CRITICIDAD 150
BAJO	MENOS DEL 25 % DEL VALOR DE CRITICIDAD

Una vez clasificado las criticidades de cada modo de falla (**ver anexo 6**) quedan determinadas las cómo se debe actual a la hora de priorizar el mantenimiento.

Fase 6: Determinación de las medidas preventivas

Luego de replantearse el análisis de las partes críticas de los equipos, se analiza el árbol lógico de decisiones de mantenimiento respectivo según el RCM como se muestra en la figura 2.5.

En esta etapa del análisis se integran las consecuencias y las tareas de mantenimiento, donde en el **anexo # 5** muestra la hoja de decisiones.

El uso de la hoja de decisiones permite asentar respuestas a las preguntas formuladas en el árbol de decisiones, y en función de dichas respuestas registrar:

- Que mantenimiento de rutina se va a efectuar, la frecuencia y el responsable de la ejecución; es en este punto en que empleando los datos de vida de los equipos al hallar sus factores característicos de la vida útil.
- Que fallas son tan serias que justifican el rediseño; estas tareas serán derivadas al personal de Ingeniería de Mantenimiento para su aprobación, ejecución y control.

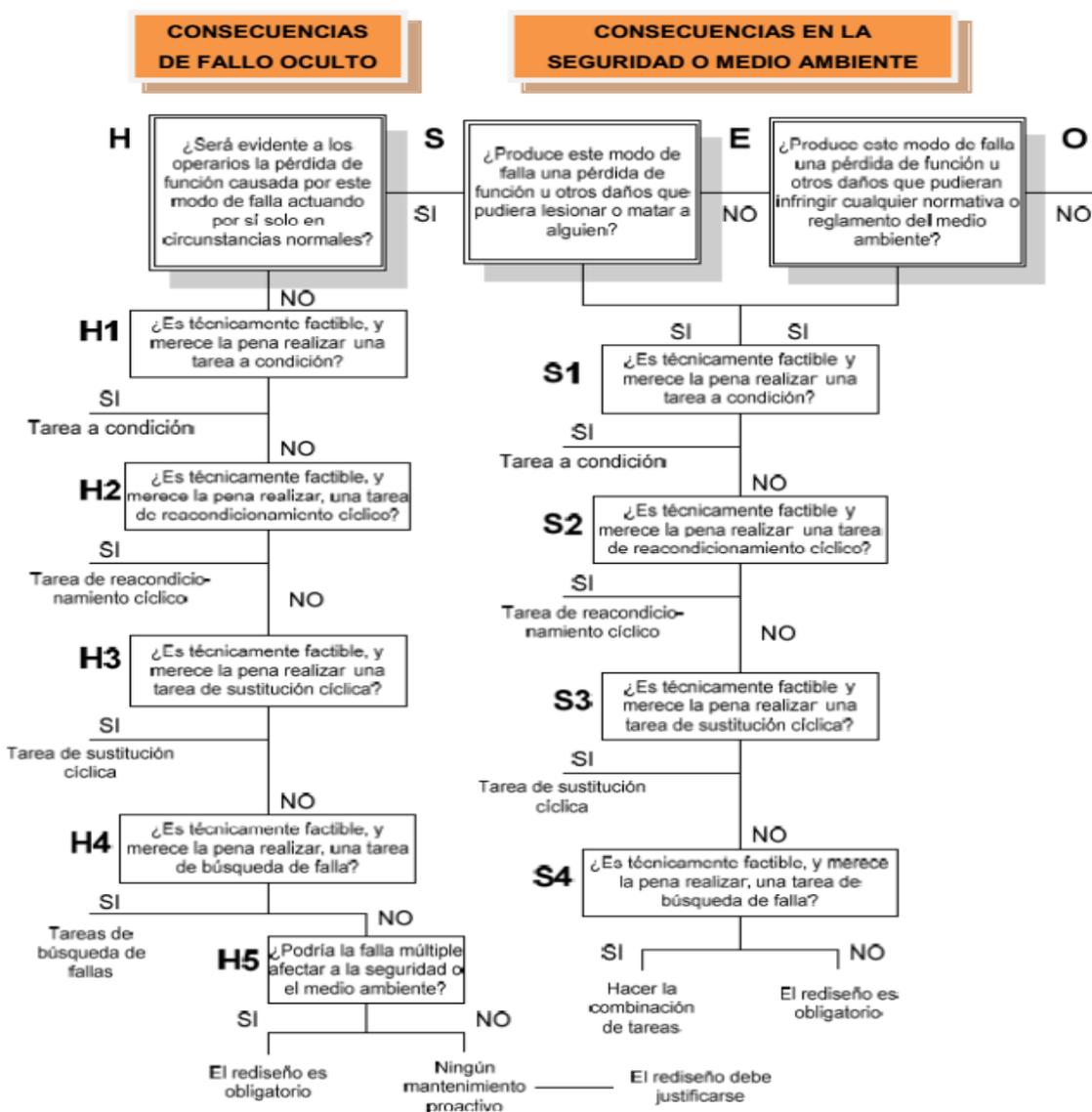


Figura 2.5-Árbol lógico de decisiones de las actividades de mantenimiento. Fuente:(Barreda Beltrán, 2015)

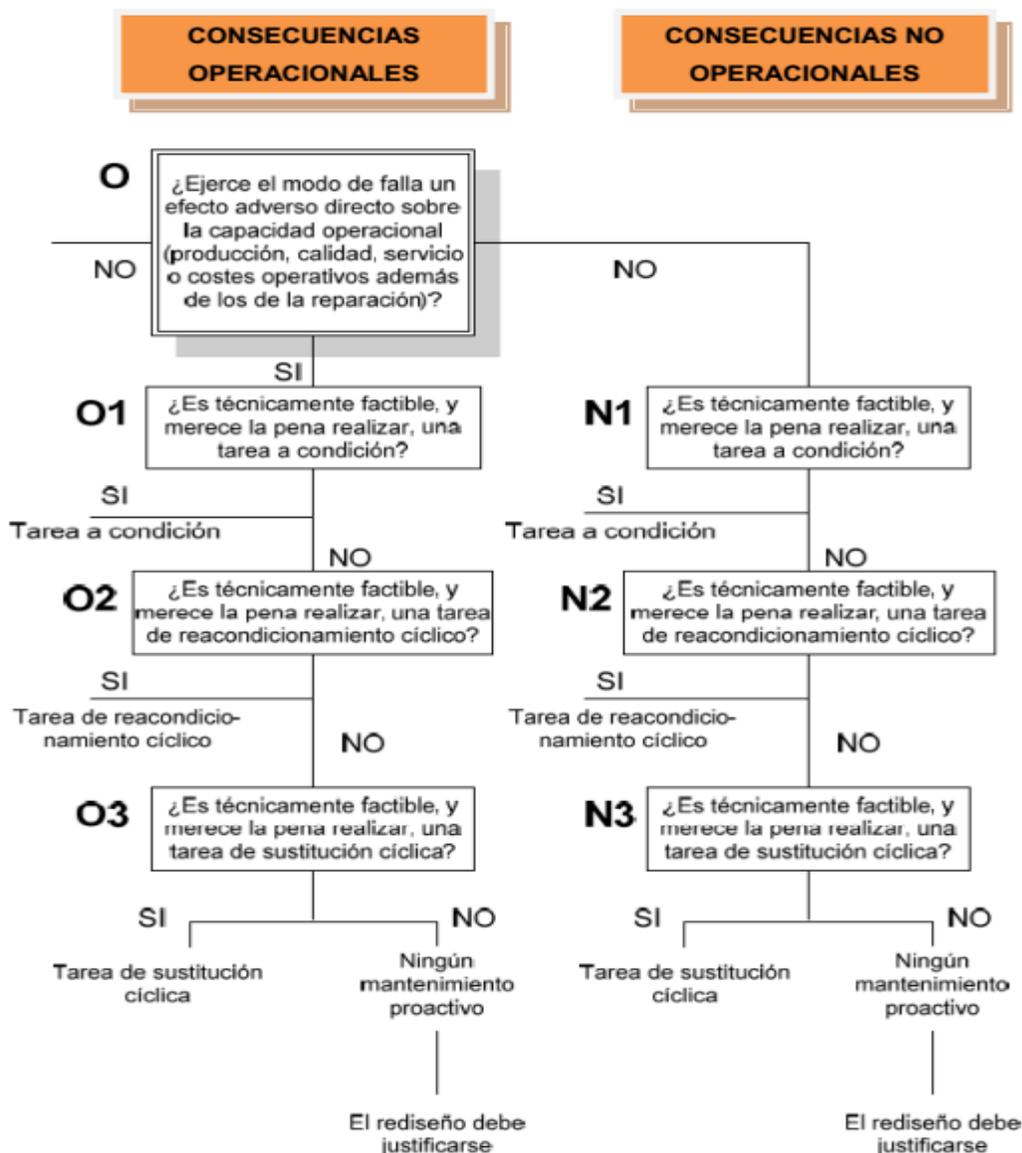


Figura 2.5-bÁrbol lógico de decisiones de las actividades de mantenimiento. **Fuente: (Barreda Beltrán, 2015)**

La hoja de decisión está dividida en 16 columnas. Las primeras tres columnas F, FF, y FM identifican el modo de falla que se analizan es esa línea. Se utilizan para correlacionar las referencias de las Hojas de información y las Hojas de decisión. Los encabezamientos de las siguientes diez columnas se refieren a las preguntas del árbol de decisiones (ver figura 2.5), de manera que:

- Las columnas tituladas H, S, E, O y N son utilizadas para registrar las respuestas a las preguntas concernientes a las consecuencias de los modos de falla, colocando S o N (Sí o No según aplique)
- Las tres columnas siguientes (tituladas H1, H2, H3, etc.) registran si ha sido seleccionada una tarea proactiva, y si es así, que tipo de tarea. Si se hace necesario responder a cualquiera de las preguntas “a falta de”, las columnas H4, H5 y S4 son las que permiten registrar esas respuestas, colocando S o N (Sí o No según aplique)
- Las últimas tres columnas registran la tarea que ha sido seleccionada (si la hay), la frecuencia en la que debe hacerse, y quién ha sido seleccionado para realizarla.
- La columna de tarea propuesta también se utiliza para colocar actividades de “rediseño”, o si se decidió que el modo de fallo sea tratado.

2.4 Conclusiones Parciales

1. En el Hotel Valentín Perla Blanca, el sistema de Mantenimiento Preventivo Planificado empleado no permite garantizar en su totalidad los objetivos que se le exige para este tipo de trabajo, por lo que se hace necesario implementar estrategias de mejora en su planificación para los equipos.
2. El procedimiento que se presenta permite llevar a vías de hecho, de una manera coherente, las etapas necesarias para garantizar la aplicación del MCC en el equipamiento clave de la entidad objeto de estudio.
3. El procedimiento de mantenimiento centrado en la confiabilidad se ajustó a las condiciones existentes en el hotel, ayudando así a la toma de decisiones sobre las actividades de mantenimiento a aplicar según la criticidad de los fallos que pueden ocurrir en los equipos objeto de estudio.



Conclusiones Generales

1. El estudio bibliográfico realizado para la construcción del marco teórico de la investigación confirma la existencia de una amplia base conceptual sobre el mantenimiento y sus aplicaciones, sin embargo, son escasos los precedentes sobre el tratamiento del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, específicamente en los hoteles cubanos en la modalidad de sol y playa.
2. Con el procedimiento de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad se logra realizar un análisis profundo y detallado de cada avería para seleccionar la tarea de mantenimiento más adecuada a través de las hojas de Trabajo de Información y Decisión, obteniendo acceso a toda la información de los equipos y las tareas seleccionadas para su mantenimiento
3. La aplicación del procedimiento de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad en el Hotel Valentín Perla Blanca permitió determinar los problemas que afectan la prestación del servicio, así como detectar las debilidades que influyen negativamente en el aumento del desempeño del mantenimiento en el hotel haciéndolo más competitivo y eficiente dentro del mercado.

Recomendaciones

1. Presentar a la dirección del hotel, así como a la dirección de operaciones y mantenimiento de la delegación de Gaviota, los resultados de esta investigación para su análisis de su posible implementación, considerando las modificaciones que en cada caso pudieran ser necesarias.
2. Capacitar al personal que se ocupará de la implantación y seguimiento de la propuesta realizada para alcanzar mejores resultados en las actividades de mantenimiento.
3. Realizar un análisis cuantitativo de la frecuencia del mantenimiento a utilizar en la hoja de decisión del de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, para reducir costos.

Bibliografía

1. Aduvire, O. e. a. (1994). Relación entre mantenimiento y vida útil de maquinaria en minería. *Revista Mantenimiento*, 23-30.
2. Alfonso Llanes, A. (2009). *Procedimiento para la asistencia decisional al proceso de tercerización de la ejecución del mantenimiento*. (Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas.), UCLV, Cuba.
3. Alkaim, J. L. (2003). *Metodología para incorporar conocimiento intensivo as tarefas de Manutencao Centrada na Confiabilidade aplicada em ativos de sistemas elétricos*. (Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ingeniería de producción.), Universidad Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Brasil.
4. Backlund, F. (2003). *Managing the Introduction of Reliability-Centred Maintenance, RCM*. (Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias), Luleå University of Technology.
5. Barreda Beltrán, S. (2015). *PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (R.C.M.) EN LA EDAR DE NULES-VILAVELLA* Retrieved from <http://www.mantenimientomundial.com/mantenimiento/definiciones.htm>
6. Borroto Pentón, Y. (2005). *Contribución al mejoramiento de la gestión del mantenimiento en hospitales en Cuba. Aplicación en hospitales de la provincia Villa Clara*. (Tesis en opción al grado científico de Doctora en Ciencias Técnicas.), UCLV, Santa Clara, Cuba.
7. Carrazana Lagares, G. (1998). *Perfeccionamiento del sistema de mantenimiento de la planta de tejeduría*. (Tesis presentada en opción al título académico de Master en Ingeniería Industrial. Mención de mantenimiento.), UCLV.
8. COPIMAN. (2001). *Comité Panamericano de Ingeniería de Mantenimiento COPIMAN Definiciones de mantenimiento, COPIMAN*. .
9. 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 en opción al grado científico de Doctora en Ciencias Técnicas.), UCLV, Santa Clara, Cuba.
10. De la Paz Martínez, E. M. (2015a). Ingeniería de confiabilidad. In I. T. S. d. Misantla. (Ed.). Edo. Veracruz, México.
11. De la Paz Martínez, E. M. (2015b). Ingeniería de confiabilidad. In I. T. S. d. Misantla. (Ed.). Edo. Veracruz, México.
12. Dhillon, B. S. (2002). *Engineering maintenance: a modern approach*. (C. Press Ed.). USA.
13. Fabro, E. (2003). *Modelo para planejamento de manutén Cao baseado em indicadores de criticidade de processo*. (Tesis en opción al grado académico de Master en Ingeniería de Producción.), Universidad Federal de Santa Catarina. , Florianópolis. Brasil.
14. Fernández, J. M. y. R. P. (1983). *Sistema de Mantenimiento Preventivo Planificado*. (Científico-Técnica Ed.). Ciudad de La Habana, Cuba.
15. García Garrido, S. (2009). *Ingeniería de Mantenimiento*. Ingeniería del mantenimiento, Vol. 6. RENOVETEC (Ed.) *Técnicas avanzadas de gestión del mantenimiento en la industria*. Retrieved from www.renovetec.com
16. García González-Quijano, J. (2004). *Mejora en la confiabilidad operacional de las Plantas de Generación de Energía Eléctrica: Desarrollo de una metodología de Gestión de Mantenimiento Basado en el Riesgo (RBM)*. (Tesis presentada para optar por el Título Académico de Máster en Gestión Técnica y Económica en el Sector Eléctrico.), Universidad Pontificia Comillas. , Madrid, España.

17. Hernández Mirabal, D. (2014). *Implementación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (MCC) a equipos consumidores de energía eléctrica del Hotel "Memories Flamenco" de Cayo Coco.*, UCLV, Santa Clara.
18. Resolución sobre los lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución. § Limiamiento 267 (2011).
19. Malaguera, J. G. (2003). Tipos de mantenimientos. <http://www.cienciafísica.com>
20. Mantenimiento, S. d. G. d. (2014). Propuesta de política de mantenimiento industrial.
21. . Manual de Servicios Técnicos. (2011). In G. S.A (Ed.), (Tercera ed.).
22. Martínez Giraldo, L. A. (2014). *Metodología para la definición de tareas de mantenimiento basado en confiabilidad, condición y riesgo aplicada a equipos del sistema de transmisión nacional.* (Tesis o trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de Magister en Ingeniería Eléctrica.), Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.
23. Resolución 150 (2010).
24. Mora Gutiérrez, A. (2012). *Mantenimiento Industrial Efectivo.* (COLDI Ed. Segunda ed.). Medellín, Colombia.
25. Morales Silverio, R. (1993). *Tendencias para el perfeccionamiento de la actividad de mantenimiento.* (Trabajo de Diploma), UCLV.
26. Moubray, J. M. (1997). *RCM II. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.* (S. y. A. Ellmann Ed. Segunda ed.). España.
27. Murillo Rocha, G. (2002). *Plan de implantación general del RCM.* Facultad Nacional de Ingeniería. Universidad Técnica de Oruro. Bolivia. Retrieved from <http://www.monografias.com/trabajos10/implan/implan.shtml?relacionados>
28. Navarrete Pérez, E. G. M., J. R. . (1986). *Mantenimiento Industrial.* ISPJAE. Ciudad de la Habana.
29. Neto Chusin, E. O. (2008). *Mantenimiento Industrial.* . Ecuador.
30. Pérez Jaramillo, C. M. (2003). *Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (MCC). Aplicación e impacto.* . (Ponencia presentada en el 1er Congreso Mexicano de Confiabilidad y Mantenimiento.), México.
31. Plath, I. (1996). *El mantenimiento Proactivo y los secadores de aire.* . Canadian Puregas Equipment Limited. Retrieved from <http://www.canadianpuregas.com/maintS.htm>
32. Portuondo Pichardo, F. (1990). *Economía de Empresas Industriales.* (P. y. Educación Ed.). Ciudad de la Habana. Cuba.
33. Rodríguez Machado, A. (2012). *Manual de Gestión de Mantenimiento.*, UCLV, Santa Clara, Cuba.
34. SAEJA1012. (2002). Norma SAE JA1012: A Guide to the Reliability-Centered Maintenance (RCM) Standard.
35. . SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA — REQUISITOS CON ORIENTACIÓN PARA SU USO. (2011) NC ISO: 50001
36. Smith, A. M. y. H., G. R. . (2006). Four features used to define RCM". Plant Engineering. <http://notes.ump.edu.my/fkee/06071BEE4632/Notes/Four%20features%20used%20to%20define%20RCM.doc>.
37. Taboada Rodríguez, C. e. a. (1990). *Organización y Planificación de la producción.* (P. y. Educación Ed.).
38. Tobalina, F. (1994). TPM, Mantenimiento Productivo Total: realidad y aplicación práctica. Una nueva dirección en la producción. . *Mantenimiento.*



-
39. Torres, L. D. (2005). *Mantenimiento. Su Implementación y Gestión*. (Universitas Ed. Segunda ed.). Córdoba. Argentina.
 40. Weibull. (2004). Basic Steps of Applying Reliability Centered Maintenance (RCM).
<http://www.weibull.com/hotwire/issue72/relbasics72.htm>
 41. Zabiski Duardo, E. I. (2007). El proceso de planificación y programación del mantenimiento. Definición del qué hacer, cómo hacerlo y con qué. .
www.gestiopolis1.com/recursos8/Docs/ger/proceso-de-planificacion-y-programacion-del-mantenimiento.

Anexos

Anexo # 1. Tipos de procedimientos encontrados en la bibliografía

No	Fuente	Propuesta de procedimiento
1	(Moubray, 1997)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Decidir cuáles activos físicos se beneficiarán más con el proceso RCM 2. Organizar un grupo de revisión 3. Recopilación de datos de los activos fijos escogidos 4. Identificar las fallas potenciales de los activos fijos. 5. Identificar la importancia de las fallas 6. Selección de la tarea de mantenimiento a aplicar a cada activo fijo 7. Encontrar una tarea de mantenimiento adecuada para aplicar a los activos fijos
2	(Dhillon, 2002)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar los ítems importantes con respecto al mantenimiento 2. Obtener los datos relativos a los fallos 3. Desarrollar el análisis mediante el árbol de fallos 4. Aplicar la lógica decisional a los modos de fallos críticos 5. clasificar los requerimientos de mantenimiento 6. implementar las decisiones de MCC 7. Aplicación práctica de las decisiones
3	(Murillo Rocha, 2002)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estudios y preparación. 2. Definición y selección de sistemas. 3. Análisis funcional de la falla. 4. Selección de ítems críticos.

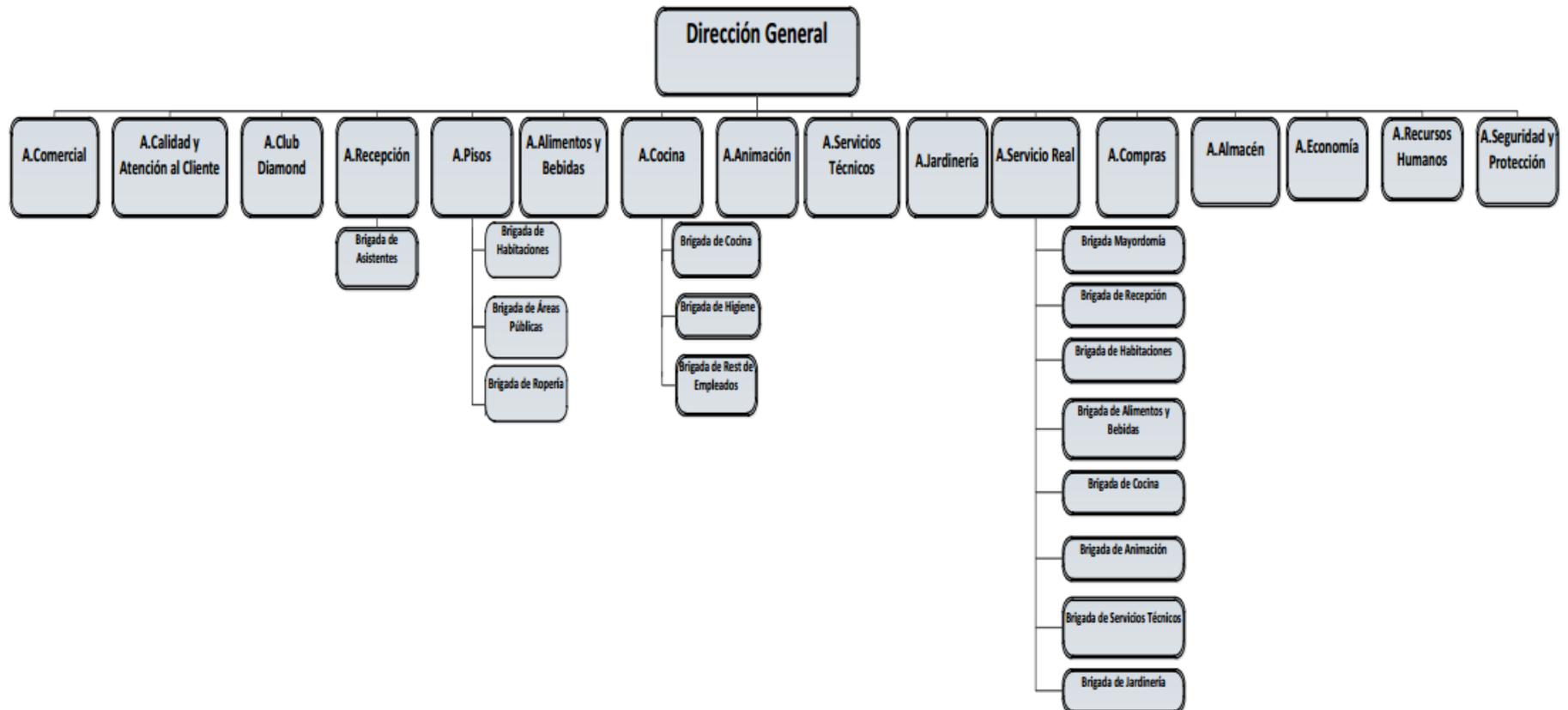
		<ol style="list-style-type: none"> 5. Tratamiento de los ítems no críticos. 6. Colección y análisis de los datos. 7. Análisis de los modos de fallo y sus efectos. 8. Selección de las tareas de mantenimiento. 9. Determinación de los intervalos de mantenimiento. 10. Análisis y comparación de las estrategias de mantenimiento. 11. Implantación de recomendaciones. 12. Seguimiento de resultados.
4	(Alkaim, 2003)	<ol style="list-style-type: none"> 1. MCC: las siete preguntas básicas 2. Funciones y patrones de desempeño 3. Fallas funcionales 4. Modos de fallo 5. Efectos da fallo 6. Categorías de consecuencias de fallo 7. Técnicas de administración del fallo 8. Programa dinámico
5	(Backlund, 2003)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir las funciones, los desempeños estándares y las fronteras del sistema 2. Determinar la forma en que el sistema puede fallar 3. Determinar los modos de fallos significativos 4. Evaluar el efecto y consecuencia de los fallos 5. Identificación de las tareas de mantenimiento (Diagrama de decisión del MCC) 6. Identificación del intervalo de las tareas de mantenimiento 7. Auditoría, implementación y retroalimentación

6	(Weibull, 2004)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Prepararse para el análisis 2. Seleccionar el equipo para ser analizado 3. Identificar las funciones 4. Identificar los fallos de funcionamiento 5. Identificar y evaluar (categorizar) las consecuencias de la falla 6. Identificar las causas del fracaso 7. Seleccione las tareas de mantenimiento
7	(Smith, 2006)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definición del alcance y objetivos del análisis 2. Seleccionar el equipo para ser analizado 3. Selección de tareas de mantenimiento 4. Desarrollo del programa de mantenimiento 5. Seguimiento y evaluación de la eficiencia de las medidas implantadas
8	(García Garrido, 2009)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Preparación para el análisis 2. Codificación y listado de todos los subsistemas, equipos y elementos que componen el sistema que se está estudiando. Recopilación de esquemas, diagramas funcionales, diagramas lógicos, etc. 3. Determinación de los fallos funcionales y fallos técnicos 4. Determinación de los modos de fallo o causas de cada uno de los fallos encontrados en la fase anterior 5. Estudio de las consecuencias de cada modo de fallo. Clasificación de los fallos en críticos, importantes o tolerables en función de esas consecuencias 6. Determinación de las medidas preventivas

Fuente: elaboración propia.

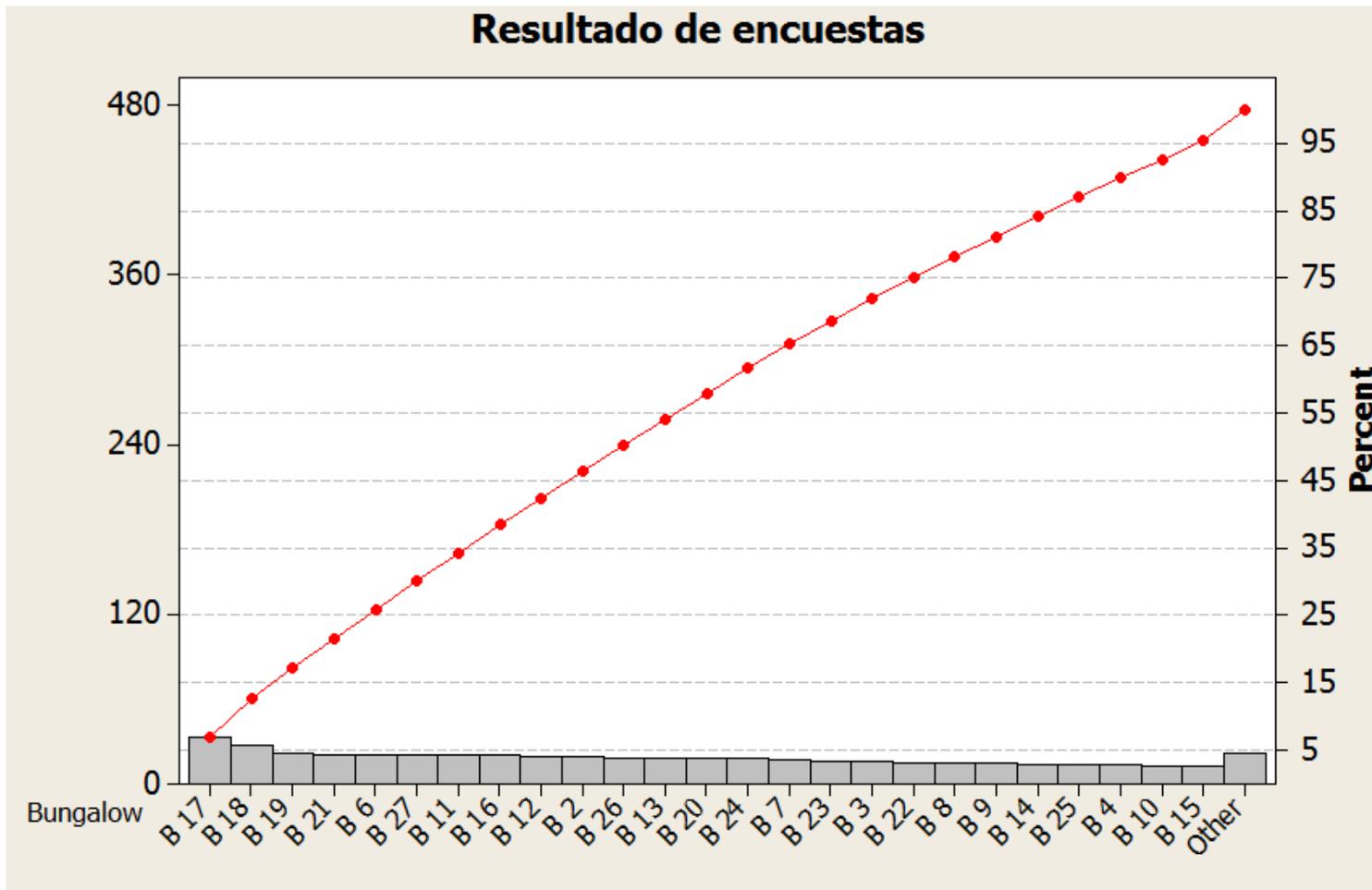


Anexo # 2. Estructura organizativa del hotel





Anexo # 3.





Anexo # 4. Hoja de trabajo de información del MCC

HOJA DE TRABAJO DE INFORMACIÓN DE MCC		ELEMENTO Aire acondicionado tipo Split		#	Realizado por:	FECHA	HOJA 1
		COMPONENTE: Unidad interior		REF	Revisado por:	FECHA	DE 4
Función (F)		Fallo Función(FF)		Modo de Fallo Funcional (FM)		Efectos de Fallo	
1	Tomar el aire de la habitación, lo enfría, deshumidifica y filtra, regulando su flujo antes de impulsarlo de nuevo a la habitación	A	No se logra general flujo de aire a la habitación ni al serpentín	1	Aspas del ventilador sueltas, fuera de lugar o rotas		Se detiene la generación de aire frío
		B	No logra limpiar/filtrar el aire que ingresa en la habitación	1	Filtro sucio		Se observarán restos de polvo en los difusores de aire; la Unidad Compacta puede detenerse dependiendo del grado de saturación de los filtros.
		C	Baja o nula transferencia de calor entre el aire y el refrigerante	1	Serpentín del evaporador sucio		Se detiene el compresor
				2	Existencia de fugas del refrigerante		Perdidas en la refrigeración del aire y congelación de la tubería
		D	No se extrae el agua dentro de la unidad interior	1	Rotura del tubo de drenaje		Filtración de agua hacia la habitación
				2	Tubo de drenaje tupido		Filtración de agua hacia la habitación
E	Existencia de ruido	1	Rotura de las rejillas o aletas		No se puede cambiar el ángulo o la dirección del aire para que pueda ser suministrado en la habitación		



Anexo # 4. Hoja de trabajo de información del MCC. Continuación...

HOJA DE TRABAJO DE INFORMACIÓN DE MCC		ELEMENTO Aire acondicionado tipo Split		#	Realizado por:	FECHA	HOJA 2
		COMPONENTE: Unidad exterior		REF	Revisado por:	FECHA	DE 4
Función (F)		Fallo Función (FF)		Modo de Fallo Funcional (FM)		Efectos de Fallo	
2	Bombear gas refrigerante	A	El compresor no elevar la temperatura y presión del refrigerante en forma de gas para después enviarlo al condensador	1	Bajo voltaje por aumento de corriente, calentamiento o daño en aislación de bobinas		Se escuchará un ruido anormal de funcionamiento
				2	Sobrecalentamiento del compresor por falta de refrigerante		Se escuchará un ruido anormal de funcionamiento
		B	No se disminuye la temperatura y presión del refrigerante proveniente del compresor	1	Condensador sucio		Salida del refrigerante a alta temperatura hacia la válvula de expansión
		C	No se expulsa el calor generado por el compresor	1	Aspas sueltas, fuera de lugar y rotas		Sobrecalentamiento del compresor
							Se queman las bobinas del motor del compresor
							No se produce el enfriamiento del refrigerante en el serpentín
		D	No se logra controlar el flujo del refrigerante hacia el evaporador	1	Válvula de expansión cerrada en parte por la presencia de hielo o partículas de suciedad		Se siente olor a quemado
							No de disminuye la temperatura y presión
					Arranques y paradas reiteradas.		



Anexo # 4. Hoja de trabajo de información del MCC. Continuación...

HOJA DE TRABAJO DE INFORMACIÓN DE MCC		ELEMENTO Aire acondicionado tipo Split		#	Realizado por:	FECHA	HOJA 4
		COMPONENTE: Mando		REF	Revisado por:	FECHA	DE 4
Función (F)		Fallo Función(FF)		Modo de Fallo Funcional (FM)		Efectos de Fallo	
4	Controla todas las funciones en los equipos de climatización	A	No se envían al receptor las funciones	1	Rotura de la plaqueta		El equipo no responde a la acción realizada
				2	Agotamiento de las baterías		El equipo no responde a la acción realizada
				3	Rotura de botones		El equipo no responde a la acción realizada



Anexo # 5. Hoja de trabajo de decisión

Hoja de trabajo de decisión										SISTEMA: <u>Aire Acondicionado Tipo Split</u>						
										Elemento: Unidad interior						
Referencia de información			Evaluación de consecuencias				H1	H2	H3	Tareas "a falta de"				Tarea Propuesta	Frecuencia inicial	A realizarse por
							S1	S2	S3	H4	H5	S4				
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O3							
N1	N2	N3														
1	A	1	S	S	N	N	S	N	N	N	N	N	Chequear partes móviles y mecánicas. Si tiene juego o presenta roturas remplazar.	Trimestral	Mecánico-Operario	
1	B	1	S	N	S	N	N	S	N	N	N	N	Lavar filtros utilizando líquido desengrasante.	Mensual	Operario	
1	C	1	N	N	N	N	S	N	N	N	N	N	Chequear las incrustaciones q se puedan generar por suciedad, lavar el serpentín con líquido desincrustante y agua a alta presión, chequear presiones de trabajo y temperatura del condensador.	trimestral	Mecánico	
1	C	2	S	N	S	N	N	S	N	N	N	N	Verificar posibles fugas en el circuito	Semestral	Operario	
1	D	1	N	N	N	N	S	N	N	N	N	N	Realizar una inspección visual con el fin de detectar cualquier anomalía.	Bianual	Operario	
1	D	2	S	N	S	N	S	N	N	N	N	N	Realizar una inspección visual con el fin de detectar cualquier anomalía.	Anual	Operario	
1	E	1	S	N	N	S	N	S	N	N	N	N	Chequear partes móviles y mecánicas. Si tiene juego o presenta roturas remplazar	Anual	Operario	



Anexo # 5. Hoja de trabajo de decisión. Continuación...

Hoja de trabajo de decisión							SISTEMA: <u>Aire Acondicionado Tipo Split</u>							Tarea Propuesta	Frecuencia inicial	A realizarse por
							Elemento: Unidad exterior									
Referencia de información			Evaluación de consecuencias				H1 S1	H2 S2	H3 S3	Tareas "a falta de"						
							O1 N1	O2 N2	O3 N3	H4	H5	S4				
F	FF	FM	H	S	E	O										
2	A	1	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Chequear voltaje de suministro hacia el equipo y remplazar el componente añado	Trimestral	Mecánico	
2	A	2	S	N	S	N	N	S	N	N	N	N	Chequear corrientes de trabajo y presiones y cargar refrigerante de ser necesario.	Trimestral	Mecánico	
2	B	1	N	N	N	N	S	N	N	N	N	N	Lavar con fluidos anti incrustaciones, de ser necesario remplazar.	Mensual	Operario	
2	C	1	S	S	N	N	S	N	N	N	N	N	Chequear partes móviles y mecánicas. Si tiene juego o presenta roturas remplazar.	Trimestral	Operario	
2	D	1	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Llevar registro de consumo eléctrico y registro de presiones. Al fallar este dispositivo se debe hacer recambio, lo que implica hacer el proceso de vacío y recarga del sistema.	Diario	Operario	



Anexo # 5. Hoja de trabajo de decisión. Continuación...

Hoja de trabajo de decisión							SISTEMA: <u>Aire Acondicionado Tipo Split</u>								
							Elemento: Circuito								
Referencia de información			Evaluación de consecuencias				H1 S1	H2 S2	H3 S3	Tareas "a falta de"			Tarea Propuesta	Frecuencia inicial	A realizarse por
							O1 N1	O2 N2	O3 N3	H4	H5	S4			
F	FF	FM	H	S	E	O									
3	A	1	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Chequear la instalación en caso de sustitución.		Mecánico
3	A	2	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Chequear el estado de la cubierta, en caso de existir rotura remplazar la sección afectada.	Trimestral	Mecánico
3	A	3	S	N	S	N	N	S	N	N	N	N	Realizar una inspección visual con el fin de detectar cualquier anomalía.	Semestral	Operario
3	B	1	S	N	S	N	S	N	N	N	N	N	Realizar una inspección visual con el fin de detectar cualquier anomalía.	Anual	Operario
3	C	1	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Realizar una inspección visual con el fin de detectar cualquier anomalía.	Anual	Operario



Anexo # 5. Hoja de trabajo de decisión. Continuación...

Hoja de trabajo de decisión							SISTEMA: <u>Aire Acondicionado Tipo Split</u>								
							Elemento: Mando								
Referencia de información			Evaluación de consecuencias				H1	H2	H3	Tareas "a falta de"			Tarea Propuesta	Frecuencia inicial	A realizarse por
							S1	S2	S3	H4	H5	S4			
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O3						
N1	N2	N3													
4	A	1	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	Al fallar este dispositivo se debe hacer recambio.	Bianual	Mecánico
4	A	2	S	N	N	S	N	N	S	N	N	N	Al fallar este dispositivo se debe hacer recambio.	Trimestral	Operario
4	A	3	S	N	N	S	N	S	N	N	N	N	Al fallar este dispositivo se debe hacer recambio.	Anual	Operario



Anexo # 6. Determinación de la criticidad por los modos de fallo

Modos de falla	Frecuencia de falla	TPPR	Impacto en el servicio	Impacto calidad	Costos de reparación	Impacto seguridad	Impacto ambiental	Consecuencia	Criticidad
1A1	1	3	5	20	5	0	0,005	40,005	40,005
1B1	3	1	5	20	1	0	5	31	93
1C1	1	3	5	20	5	0	0,005	40,005	40,005
1C2	1	5	5	20	10	0	0,005	55,005	55,005
1D1	1	3	2	20	5	30	0,005	61,005	61,005
1D2	1	5	2	20	10	30	0,005	70,005	70,005
1E1	1	3	0,5	20	5	0	0,005	26,505	26,505
2A1	1	2	0,005	0,005	3	30	0,005	33,02	33,02
2A2	3	3	5	20	5	30	0,005	70,005	210,015
2B1	1	3	5	20	5	0	0,005	40,005	40,005
2C1	1	3	5	20	5	30	5	75	75
2D1	1	3	5	20	5	0	0,005	40,005	40,005
3A1	1	2	1	20	3	0	0,005	25,005	25,005
3A2	3	2	0,5	20	3	0	0,005	24,005	72,015
3A3	1	2	1	20	3	0	5	30	30
3B1	1	5	5	20	10	0	5	60	60
3C1	1	5	5	20	10	0	5	60	60
4A1	3	1	0,5	20	1	0	0,005	21,505	64,515
4A2	3	1	0,5	20	1	0	0,005	21,505	64,515
4A3	3	1	0,5	20	1	0	0,5	22	66