

**MODELO GERENCIAL PARA EL MANTENIMIENTO GENERAL DEL CLUB
SOCIAL “INFANTAS” EN LA CIUDAD DE BARRANCABERMEJA**

**JUAN CARLOS CAMPILLO SARMIENTO
MARCO ANTONIO VESGA GOMEZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA**

2016

**MODELO GERENCIAL PARA EL MANTENIMIENTO GENERAL DEL CLUB
SOCIAL “INFANTAS” EN LA CIUDAD DE BARRANCABERMEJA**

**JUAN CARLOS CAMPILLO SARMIENTO
MARCO ANTONIO VESGA GOMEZ**

**Monografía de grado presentada como requisito para optar el título de
Especialista en Gerencia de Mantenimiento**

**Director: Carlos Borrás Pinilla
Ph.D., M.Sc. Mechanical Engineering.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA**

2016

AGRADECIMIENTOS

Con estas líneas quiero agradecer primeramente a Dios padre todo poderoso, por brindarme la sabiduría y el entendimiento, para llevar a cabo esta meta, a mi familia por su amor y sacrificio en tiempo y comprensión, a mi Empresa Ecopetrol S.A por su apoyo y tiempo de permisos en mis ausencias, a mis profesores y maestros que con su transferencia de su conocimientos y exigencias, nos permiten abrirnos nuevos campos y tener una visión diferente del enfoque en la dirección del mantenimiento en la industria, a la familia Club infantas por su soporte en nuestro trabajo de grado, a mis compañeros de curso, por su apeo y cariño demostrado durante este tiempo de permanencia en el claustro universitario, finalmente a los funcionarios de la universidad que con su atención y orientación hicieron más fácil nuestras clases.

Como estudiante los momentos más emocionantes que podemos vivir son obtener una buena calificación basada en el esfuerzo y sacrificio, pero cuando se obtiene un grado vemos cumplidos todos nuestros sueños y metas académicas. Aunque siempre hay nuevos retos, lograr graduarse nos brinda una responsabilidad y oportunidad para toda la vida.

Un posgrado en Gerencia de mantenimiento de una de las mejores universidades del País, como lo es nuestra querida universidad Industrial de Santander "UIS". Es motivo de gran orgullo y satisfacción personal, que nos abre nuevas puertas en la industria laboral.

Mil gracias a todos...

Marco Antonio Vesga Gómez

En primer lugar quiero agradecer a Dios por estar en cada paso que doy, cuidándome y dándome fuerzas para continuar, además de su infinita bondad y amor.

Con todo mi cariño y amor a mi familia por su constante apoyo y motivación en los momentos más difíciles de mis objetivos, permitiendo de esta manera lograr este nuevo logro. También a mis compañeros de estudio y docentes, por sus enseñanzas y sus consejos incondicionales.

Juan Carlos Campillo Sarmiento

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	15
1. CLUB SOCIAL Y DEPORTIVO INFANTAS.....	17
1.1. RESEÑA HISTORICA.....	17
1.1.1. Localización	20
1.1.2. Servicios	21
1.1.3. Clientes	26
1.2. MISION	26
1.3. VISION.....	27
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	29
2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	29
2.2. OBJETIVOS.....	30
2.2.1 Objetivo general.....	30
2.2.2. Objetivos específicos	30
2.3. JUSTIFICACIÓN.....	30
3. MARCO TEORICO	32
3.1. GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO	32
3.1.1. Mantenimiento Correctivo	33
3.1.2. Mantenimiento Preventivo.....	34
3.1.3. Mantenimiento Predictivo.....	37
3.2 MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM)	41
3.2.1 Objetivos que persigue el RCM.	43
3.2.2 Las Siete Preguntas Básicas del RCM.	44

3.2.2.1 ¿Cuáles son las funciones del equipo o del sistema?	45
3.2.2.2 ¿De qué forma puede fallar?	45
3.2.2.3 ¿Qué puede causar que falle?.....	45
3.2.2.4 ¿Qué efectos tienen los fallos?.....	46
3.2.2.5 ¿Qué se puede hacer para prevenir los fallos?.	46
3.2.2.6 ¿Es rentable prevenir dicho fallos?	46
3.2.2.7 ¿Qué se debe hacer si no se puede prevenir el fallo?	46
3.2.3. Árbol lógico de decisiones del RCM	47
3.2.3.1 Tareas Proactivas (preventivas).	47
3.2.3.2 Acciones a falta.....	47
3.3. METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD.....	50
3.3.1 Modelo de criticidad de factores ponderados basado en el concepto del riesgo.	51
3.4. INDICADORES DE GESTION DE MANTENIMIENTO	55
3.4.1 Tasa de falla (λ).	55
3.4.2. Tiempo inactivo por mantenimiento (Mdt).....	55
3.4.3. Tiempo medio inactivo (MDT).	55
3.4.4. Tiempo medio entre fallas (MTBF).....	55
3.4.5. Tiempo Promedio Para Reparar (MTTR).....	55
3.4.6 Tiempo promedio para mantener (MTTM).	56
3.4.7. Confiabilidad.	56
3.4.8. Mantenibilidad.....	56
3.4.9. Disponibilidad.....	57
4. MODELO DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	59

4.1. PERSONAL DE MANTENIMIENTO	61
4.2. GENERALIDADES DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO	62
4.3. REQUISITOS QUE DEBE CUMPLIR UN EMPLEADO DE MANTENIMIENTO	63
4.4. CARGOS, PERFILES Y FUNCIONES DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO.....	64
4.4.1. Gerente de Mantenimiento.....	64
4.4.2. Supervisor de mantenimiento	67
4.4.3. Técnico en refrigeración y aire acondicionado.....	68
4.4.4. Técnico electricista	69
4.4.5. Técnico mecánico.	71
4.4.6. Plomero.....	71
4.4.7. Pintor.....	72
4.4.8. Jardinero.....	72
4.4.9. Piscinero	73
4.5. DOCUMENTACION DEL MANTENIMIENTO	74
4.5.1. Formato de hoja de vida de máquinas y equipos.....	74
4.5.2. Formato de programa de mantenimiento de equipos.	75
4.5.3. Formato de Orden de trabajo.....	76
4.5.3. Formato de reporte de mantenimiento preventivo	77
4.5.4. Análisis de criticidad de los equipos	79
4.5.5. Lista de tareas de equipos	84
4.6. IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO EN LOS INGRESOS DEL CLUB...	92
4.6.1. Parque acuático	92
4.6.2. Salones sociales	93

4.6.3. Bares.....	94
5. CONCLUSIONES	95
BIBLIOGRAFIA.....	96
ANEXOS.....	97

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Primer presidente del club.	17
Figura 2. Kiosco Zona Social.	18
Figura 3. Zonas deportivas.	19
Figura 4. Entrada club Infantas	19
Figura 5. Localización del Club Infantas	21
Figura 6. Patinodromo.	22
Figura 7. Cancha de futbol.....	23
Figura 8. Cancha de Baloncesto.....	24
Figura 9. Cancha de Tenis.....	24
Figura 10. Canchas de tejo.....	25
Figura 11. Billares	25
Figura 12. Salón Social Cusiana.....	26
Figura 13. Organigrama Club Infantas.....	28
Figura 14. Cámaras Termo gráficas	39
Figura 15. Medición de vibraciones	41
Figura 16. Tareas de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM).....	43
Figura 17. Árbol de Decisión del Proceso de RCM.....	50
Figura 18. Matriz de riesgo	54

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Valoración frecuencia de fallas	52
Tabla 2. Valoración impacto operacional	52
Tabla 3. Valoración flexibilidad operacional	53
Tabla 4. Costo de mantenimiento	53
Tabla 5. Valoración impacto en seguridad y medio ambiente.....	53
Tabla 6. Caracterización del proceso de Mantenimiento	60
Tabla 7. Equipos del plan de mantenimiento	74
Tabla 8. Formato hoja de vida de equipos.....	75
Tabla 9. Formato programa de Mantenimiento de equipos	76
Tabla 10. Formato Orden de trabajo.....	77
Tabla 11. Formato reporte de mantenimiento	78
Tabla 12. Análisis de Criticidad de los equipos.....	79
Tabla 13. Lista de Tareas Bombas	84
Tabla 14. Lista de tareas Aire acondicionado	87
Tabla 15. Lista de tareas infraestructura.....	88

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE BOMBAS	97
ANEXO B. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	109
ANEXO C. MANUAL DE FUNCIONES Y PERFILES	109
ANEXO D. INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	109
ANEXO E. INSTRUCTIVO DE REPARACIONES GENERALES.....	109
ANEXO F. INSTRUCTIVO DE TRABAJO EN ALTURAS	109
ANEXO G. INSTRUCTIVO DE MANTEIMIENTO DE PISCINAS	109
ANEXO H. INSTRUCTIVO DE MANTEIMIENTO ELECTRICO.....	109

RESUMEN

TITULO: **MODELO GERENCIAL PARA EL MANTENIMIENTO GENERAL DEL CLUB SOCIAL “INFANTAS” EN LA CIUDAD DE BARRANCABERMEJA***

AUTORES: Juan Carlos Campillo Sarmiento
 Marco Antonio Vesga Gómez**

PALABRAS CLAVE:

Mantenimiento, activos, confiabilidad, disponibilidad

DESCRIPCIÓN:

La presente monografía de grado se centra principalmente, en el diseño de un modelo gerencial para implementar el mantenimiento general del club social Infantas ubicado en la ciudad de Barrancabermeja. El objetivo es obtener un modelo de mantenimiento para los equipos e infraestructura del club Infantas, con el fin de generar mayor confiabilidad y disponibilidad de los activos y seguir prestando un excelente servicio a los usuarios y población en general.

El mantenimiento de Clubes sociales y deportivos desempeña un papel muy importante, pues debido al transcurso del tiempo, la variedad de usuarios, y el uso continuo durante los 365 días del año, se presenta un gran deterioro en los activos. La propuesta que presentamos a través de este proyecto es entregar una logística encaminada a desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para el Club Social y deportivo INFANTAS, de la ciudad de Barrancabermeja.

Dentro de los aspectos principales que se sugieren en este proyecto está la organización e implementación de un plan de mantenimiento preventivo cuyo objetivo sea el de elevar y mantener la calidad del servicio prestado, bajo un nivel de costos rentable ya que eliminaría en un alto porcentaje el mantenimiento correctivo que eleva los costos y detiene la producción que para el caso del club social “Infantas” es una industria cuya producción es el servicio al cliente.

* Monografía

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Especialización en Gerencia de Mantenimiento. PhD., M.Sc. Carlos Borrás Pinilla.

ABSTRACT

TITLE: MANAGEMENT MODEL FOR GENERAL MAINTENANCE OF SOCIAL CLUB "INFANTAS" IN THE CITY OF BARRANCABERMEJA*

AUTHORS: Juan Carlos Campillo Sarmiento
Marco Antonio Vesga Gómez**

KEYWORDS:

Maintenance, asset reliability, availability

DESCRIPTION:

This monograph degree focuses mainly on the design of a management model for implementing the general maintenance of Infantas social club located in the city of Barrancabermeja. The objective is to obtain a model of maintenance for equipment and infrastructure Infantas club, in order to generate greater reliability and availability of assets and continue to provide excellent service to users and the general population.

Maintaining social and sports clubs plays a very important role, because due to the passage of time, the variety of users, and continuous use for 365 days a year, a significant deterioration occurs in assets. The proposal presented by this project is to deliver a strategy to develop a preventive maintenance plan for Social and Sports Club INFANTAS, city of Barrancabermeja logistics.

Among the main aspects suggested in this project is the organization and implementation of a preventive maintenance plan whose goal is to raise and maintain the quality of service provided under a level of profitable costs as it would eliminate a high percentage of the corrective maintenance costs are high and production stops for the case of the social club "Infantas" is an industry whose production is customer service.

* Monograph.

** Faculty of Physical Engineering -Mechanics. School of Mechanical Engineering. Maintenance Management Specialization PhD. M.Sc.Carlos Borrás Pinilla.

INTRODUCCIÓN

En el universo existe la conservación como una realidad natural que se pone de manifiesto en las leyes de conservación de la materia y de la energía. Conservar o mantener, es la acción tendiente a prolongar la existencia; así, un edificio, construcción o equipo, tiene una “vida propia”, que lógicamente se desgasta o deteriora con el uso o simplemente por el sol, lluvia o el paso del tiempo. De aquí la importancia de que intervengan medidas preventivas orientadas a su preservación.

El sector de clubes sociales y deportivos pertenece al ramo de las empresas prestadoras de servicios que dependen de la calidad de estos para afianzar un lugar en el mercado y además ante la evidencia de la competitividad actual, acentuada por una recesión económica que en Colombia ha golpeado duramente a este sector, la gestión de mantenimiento debe estar encaminada a generar confiabilidad del sistema de prestación de servicios, por medio de actividades de planeación, organización, dirección y ejecución de métodos de conservación de los equipos e instalaciones del club.

El mantenimiento de Clubes sociales y deportivos desempeña un papel muy importante, pues debido al transcurso del tiempo, la variedad de usuarios, y el uso continuo durante los 365 días del año, se presenta un gran deterioro en los activos. La propuesta que presentamos a través de este proyecto es entregar una logística encaminada a desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para el Club Social y deportivo INFANTAS, de la ciudad de Barrancabermeja.

Dentro de los aspectos principales que se sugieren en este proyecto está la organización e implementación de un plan de mantenimiento preventivo cuyo objetivo sea el de elevar y mantener la calidad del servicio prestado, bajo un nivel de costos rentable ya que eliminaría en un alto porcentaje el mantenimiento correctivo que eleva los costos y detiene la producción que para el caso del club social “Infantas” es una industria cuya producción es el servicio al cliente.

Se busca eliminar la presencia de los más frecuentes problemas en mantenimiento a través del desarrollo de un plan, que ayude a prevenir adecuadamente y a tiempo, las averías o fallas en instalaciones y equipos, redundando esto en beneficio económico y de operación para el club Infantas.

1. CLUB SOCIAL Y DEPORTIVO INFANTAS

1.1. RESEÑA HISTORICA

El CLUB INFANTAS surge en Barrancabermeja como respuesta de ECOPETROL S.A., a las necesidades de recreación deporte y cultura de sus trabajadores, que para la época no contaba con espacios para el esparcimiento y la recreación de sus trabajadores. Es por ello que el 10 de abril de 1954 se hizo realidad ésta iniciativa mediante la obtención de personería jurídica No. 0137 de Junio 11 de 1968, emanada de la oficina jurídica de la gobernación de Santander; siendo su primer presidente el señor José Roso Mantilla.

Figura 1. Primer presidente del club.



Fuente. Archivo histórico Club Infantas

En 1994 y el 2000 el patinodromo José Roso Mantilla fue sede del Mundial de Patinaje, en 1996 en la gerencia del señor Edgar Lozano Jaimes y como

presidente de junta directiva el señor Miguel Sampayo, se realizó remodelación de las instalaciones del área social asumiendo un estilo arquitectónico romano, en este mismo año se inauguraron los kioscos de esparcimiento social y recreativo: Casabe, Coporo y Samoré, los salones para reuniones y capacitaciones: Orito, Cirama, Samoré, el Cusiana y la sala de pintura.

Figura 2. Kiosco Zona Social.



Fuente: Club Infantas

En el año 2001 en la gerencia del Señor Jorge Barreto Daniels y como presidente de la junta directiva el señor Jorge Montaña se realizó la remodelación y ampliación del kiosco samoré ubicado en la zona deportiva y en el año 2003 en la presidencia del señor Edilberto Mejía se inauguró el Nuevo estadio de softbol Club.

Figura 3. Zonas deportivas.



Fuente. Club Infantas

Figura 4. Entrada club Infantas



En estos 62 años de existencia del Club Infantas al servicio de los trabajadores activos y pensionados de Ecopetrol S.A. cuenta con una gran variedad de espacios para la práctica de diferentes disciplinas deportivas: canchas de fútbol, polideportivas, piscinas, estadios de softbol y béisbol, canchas de tenis en asfalto y polvo de ladrillo, cancha sintética, patinodromo mundialista; canchas cubiertas para deportes autóctonos: tejo, mini tejo y bolo criollo; deportes de salón: billar y pool, con escuelas culturales y artísticas, una confortable taberna, también cuenta con espacios para reuniones sociales y capacitaciones con capacidad hasta de 3.000 personas.

Actualmente el club Infantas se consolida como el mejor club social y deportivo de la ciudad y todo el oriente colombiano, brindando seguridad, comodidad y confianza, cuenta con personal competente y amplias instalaciones para garantizar el éxito de todas las actividades y eventos que los socios y usuarios deseen realizar.

1.1.1. Localización

El Club Infantas está localizado en el municipio de Barrancabermeja, departamento Santander en la calle 67 # 18 – 79 Barrio el Parnaso, con vías y caminos que facilitan su acceso.

Figura 5. Localización del Club Infantas



Fuente: Google Maps Zonas en el Club Infantas. [En línea] [Citado 20 de Febrero de 2016] disponible en: <https://www.google.com/maps>

1.1.2. Servicios

El club INFANTAS tiene escenarios para la práctica de diversas disciplinas deportivas y del orden cultural, tales como:

- 4 Piscinas para los servicios de: piscina Semi Olímpica, familiar, toboganes e infantil.
- 1 Estadio de Softbol
- 1 estadio de Beisbol.
- 2 Canchas de futbol (una en gramilla, una de tierra)
- 3 canchas microfútbol y voleibol (2 en loza cemento 1 sintetica)
- 3 Canchas de Tenis
- 1 Canchas de Baloncesto,

- Voleibol playa.
- 1 Patinodromo.
- 1 Gimnasio
- 1 sauna.
- 10 Salones de Alquiler para desarrollo de eventos y capacitación.
- Salones de pintura y Música.
- Canchas de tejo y bolo criollo.
- Salones de juegos (billares, mesa de cartas, ping- pong y dominó).

Figura 6. Patinodromo.



Figura 7. Cancha de futbol



Figura 8. Cancha de Baloncesto



Figura 9. Cancha de Tenis



Figura 10. Canchas de tejo



Figura 11. Billares



Figura 12. Salón Social Cusiana



1.1.3. Clientes

- Afiliados de la nómina de activos y pensionados de ECOPETROL S.A.
- Familiares de afiliados (cónyuge, o compañero(a) permanente, hijos y las hijas solteros que dependan económica de él, los padres y los suegros).
- Personas jurídicas y naturales no afiliadas.

1.2. MISIÓN

En el club infantas ofrecemos un servicio con excelencia que satisface las necesidades sociales, culturales y deportivas, fomentamos la integración familiar y el sano esparcimiento entre los afiliados; promoviendo actividades que permitan mantener un buen estado físico y mental de los mismos, mediante la utilización de los Recursos y el mejoramiento continuo sobre la base de los principios de calidad y los valores institucionales.

1.3. VISION

El Club Infantas en el año 2018 será el primer proveedor de servicios de recreación tanto para sus afiliados y ciudadanos de Barrancabermeja. Para ello el club proyecta mejorar su infraestructura, fortalecer su servicio y mantener la satisfacción del usuario.

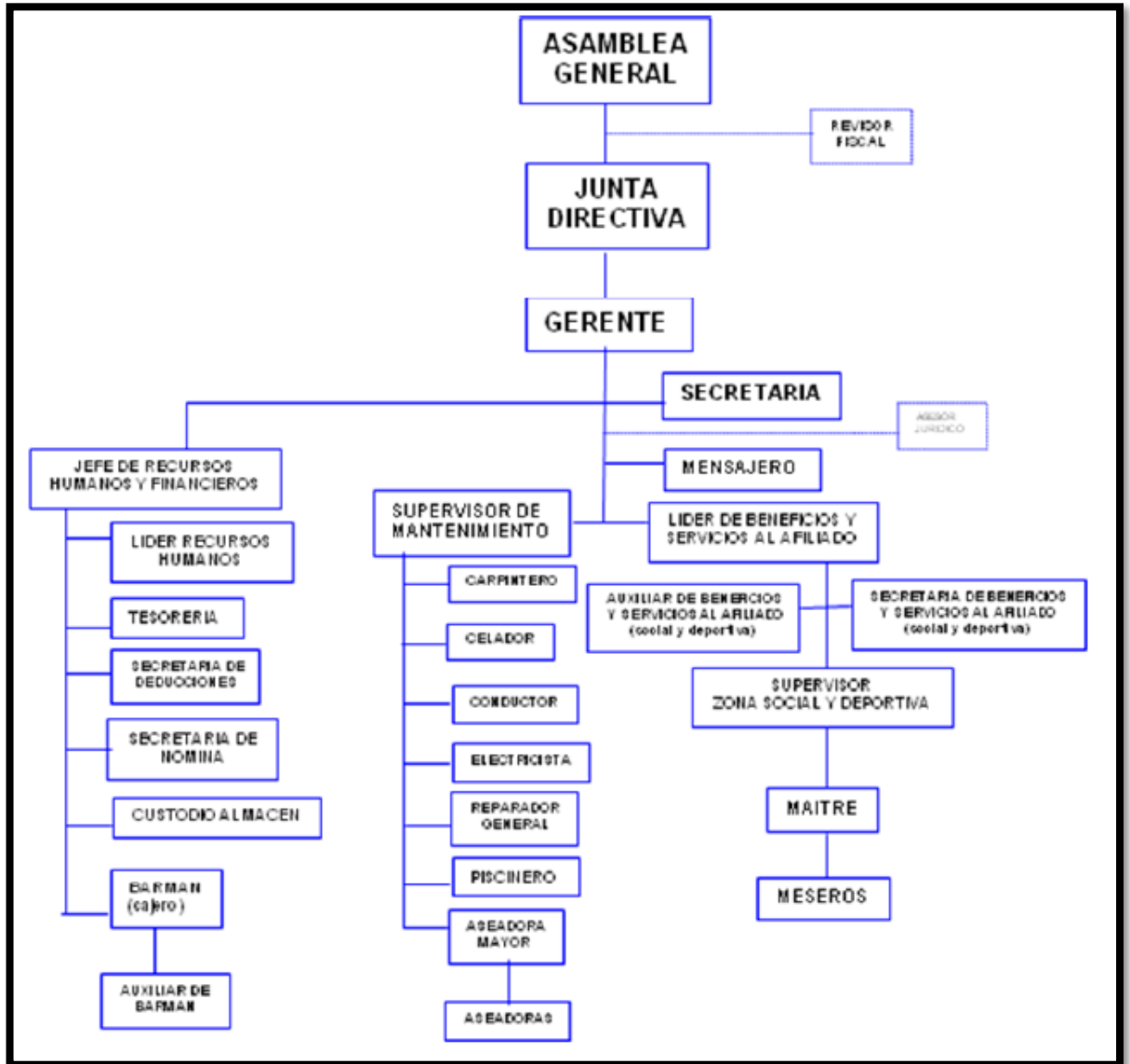
1.4. ORGANIGRAMA DEL CLUB INFANTAS

La Asamblea General de afiliados y la junta directiva, la primera es la máxima autoridad suprema y la segunda como responsable de la administración.

Gerente: Es el administrador de la entidad en todas las acciones administrativas, financieras, contables, jurídicas y de acciones legales en su entorno.

Existen cuatro áreas definidas: mantenimiento, servicios, recursos financieros y humanos. Las responsabilidades del personal de la empresa están definidas en los perfiles del cargo, caracterizaciones, procedimientos e instructivos. La nómina de trabajadores del club está comprendida por personal de contrato a término indefinido, contrato a término fijo y personal eventual, este último son trabajadores que se programan a laborar según las necesidades del club para cubrir el servicio por días.

Figura 13. Organigrama Club Infantas.



Fuente: Archivo club Infantas.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El club social y deportivo INFANTAS presta sus servicios a los trabajadores de la EMPRESA COLOMBIANA DE PETROLEOS ECOPETROL S.A. desde hace 62 años y su crecimiento durante este tiempo es notorio, cubriendo la gran mayoría de espacios deportivos, culturales y recreativos para los trabajadores y su núcleo familiar, siendo ésta, su población objetivo.

2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La imagen y acogida del club infantas por sus asociados depende de la calidad humana y del servicio prestado, los cuales están ligados directamente a la condición de disponibilidad de los equipos e instalaciones asociadas a cada uno de los escenarios, que garanticen el confort, uso permanente y fluido de usuarios que genere una mayor captación de recursos y por ende una mayor reinversión en las instalaciones.

En la actualidad la condición de confiabilidad es baja, generándose alta frecuencia de daños en sistemas de bombeo y eléctricos principalmente, lo que afecta la prestación oportuna y calidad de los servicios de piscinas e iluminación respectivamente.

Al ser el Club Infantas una Empresa que ha tenido un crecimiento notable en los últimos años, no cuenta con un departamento de mantenimiento bien estructurado, además de la estructuración de un programa de mantenimiento General, que cubra todas las etapas de planeación, ejecución y seguimiento al sistema, generan aumento en el costo de mantenimiento, intervenciones no programadas, alto consumo de horas hombre para atención de emergencias y demoras en la consecución de repuestos y recursos, así como daños prematuros y obsolescencia en instalaciones y equipos, que finalmente repercuten en un mayor

costo de corregir y reparar sistemas, que el generado mediante un plan de mantenimiento encaminado a la prevención y seguimiento oportuno.

2.2. OBJETIVOS

2.2.1 Objetivo general

Diseñar un modelo Gerencial para el mantenimiento de las instalaciones y equipos del club social y deportivo Club infantas en la ciudad de Barrancabermeja.

2.2.2. Objetivos específicos

- Diseñar un modelo Gerencial de mantenimiento preventivo que logre disminuir costos.
- Aumentar la confiabilidad de equipos rotativos, eléctricos y de las instalaciones.
- Realizar un análisis de criticidad para la intervención de los equipos rotativos y estáticos de las instalaciones.
- Identificar las principales causas de falla de equipos rotativos, eléctricos y de las instalaciones.

2.3. JUSTIFICACIÓN

Con el desarrollo de este proyecto se quiere principalmente diseñar un modelo Gerencial para el mantenimiento de activos que permita establecer la planificación y programación sistemática con el fin de mejorar la confiabilidad durante el ciclo de la vida útil de los equipos y/o herramientas, y de esta forma asegurar la continuidad en el servicio a los clientes, bajo los indicadores de calidad y satisfacción requeridos.

El proceso de mantenimiento debe estar encaminado a la mejora continua y su confiabilidad en el tiempo, que asegure la integridad de instalaciones y seguridad de las mismas. Redundando esto, en la entrega del mejor servicio posible del club social y deportivo INFANTAS a sus asociados y público en general.

Se consideran otros temas importantes para su ejecución, como son:

- Aplicación de los conocimientos adquiridos durante la academia para la solución de condiciones de falla por un mal programa de mantenimiento.
- Hacer más eficiente y rentable el proceso de mantenimiento de las instalaciones.
- Estructurar las buenas prácticas operacionales que influyan en el buen funcionamiento y preservación de equipos e instalaciones.

3. MARCO TEORICO

3.1. GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

Entendemos por Gestión del Mantenimiento, la realización de diligencias encaminadas a determinar, organizar y administrar los recursos del mantenimiento, con el objeto de lograr la más alta disponibilidad de los equipos con sano criterio económico¹.

La selección de un modo de gestión de mantenimiento se hace con base en las necesidades específicas de cada empresa; existen suficientes diferencias y alternativas entre las diferentes opciones. La escogencia individual del modo de gestión del mantenimiento es indiferente del momento y estado que viva la empresa, puede llegar a ser uno de los grandes pecados estratégicos que conduzcan a resultados deficientes de mantenimiento en el mediano o largo plazo.

Se debe proceder con un diagnóstico inicial integral, tener muy claro con qué instrumentos se cuenta y cuáles faltan por desarrollar; en especial tener un panorama claro de la ubicación física de los equipos relevantes y/o críticos con sus curvas de tasas de fallas, de tal forma que haya coherencia entre los estados de los equipos y el modo de gestión que se desea implementar. El comentario es que en parte la decisión debe partir de la premisa de la fase en que se encuentra en la curva de la bañera los equipos importantes, las unidades de producción y sobretodo la empresa en conjunto.

¹ GONZÁLEZ B., Carlos Ramón. Especialización en Gerencia de Mantenimiento 2007. Principios de Mantenimiento, pág. 28.

3.1.1. Mantenimiento Correctivo

Consiste en permitir que un equipo funcione hasta el punto en que no puede desempeñar normalmente su función. Se somete a reparación hasta corregir el defecto y se desatiende hasta que vuelva a tener una falla y así sucesivamente. Este tipo de mantenimiento es el más común y conocido por los encargados, jefes e ingenieros de mantenimiento. Por lo general obliga a un riguroso conocimiento del equipo y de las partes susceptibles a falla, a un diagnóstico acertado y rápido de las causas.

Esta forma de mantenimiento ocasiona grandes pérdidas por no tomar en cuenta los costos de producción generados por el paro imprevisto del equipo. El mantenimiento correctivo se justifica cuando el equipo no se halla en una línea de producción o punto crítico del proceso, no ocasiona serios trastornos a la producción o al mantenimiento.

Se llama Equipo Crítico al que:

- Su paro interrumpe el flujo normal de producción.
- Causa problemas ambientales ó de seguridad.
- Desperdicia energía.
- Su paro ocasiona demoras en la entrega a los clientes.
- Es costoso de mantener.
- Requiere reparaciones frecuentes.
- Sus repuestos son difíciles de conseguir.

Por lo tanto, el simple hecho de que un equipo no sea catalogado como un equipo crítico según las anteriores consideraciones, es una justificación para aplicar el mantenimiento correctivo en este equipo. Sin embargo, estas justificaciones deben revisarse periódicamente hasta comprobarse que efectivamente el paro imprevisto

de este equipo no ocasiona trastornos graves a la producción, ya que la consideración de crítico puede variar con el tiempo.

El mantenimiento correctivo no es puramente esperar a que un equipo falle para proceder a repararlo, tiene una connotación mucho más importante en el proceso operativo del sistema de mantenimiento; es decir, cualquiera que sea el tipo de gestión siempre termina en el correctivo. En síntesis puede decirse que *“el mantenimiento correctivo puede ser planificado mediante acciones proactivas ó no planificado como solución a emergencias”*, este último es seguramente el tipo de gestión más costoso y que más problemas ocasiona, ya que:

- Requiere más personal para las actividades de mantenimiento.
- Paros continuos que amenazan la producción.
- El lucro cesante es siempre mayor.
- Ocasiona malestar en el personal y es fuente de conflictos.
- Los equipos pueden sufrir daños irreparables.
- Se compromete la calidad del producto.

3.1.2. Mantenimiento Preventivo

Es el mantenimiento que se ejecuta a los equipos de una Planta en forma planificada y programada anticipadamente, con base en inspecciones periódicas debidamente establecidas según la naturaleza de cada máquina y encaminadas a descubrir posibles defectos que puedan ocasionar paradas imprevistas de los equipos o daños mayores que afecten la vida útil de las máquinas². Se pueden lograr bajos costos y un tiempo mínimo de parada con un balance apropiado entre el mantenimiento preventivo y el mantenimiento correctivo.

² GONZÁLEZ B., Carlos Ramón. Especialización en Gerencia de Mantenimiento 2007. Principios de Mantenimiento, pág. 39.

Puede prevenir que las fallas ocurran en mal momento, sensor cuando la falla está próxima a ocurrir y repararla antes de que ocurra el daño.

“Cada vez que un equipo es intervenido, está expuesto a un daño potencial, es excesivamente costoso reemplazar componentes prematuramente”.

Para lograr los plenos beneficios del mantenimiento preventivo, su programa mínimo se debe complementar con un buen análisis, planificación y programación de los trabajos, así como también se debe establecer una documentación operativa mínima y funcional. Los elementos básicos del mantenimiento preventivo son:

- Parte a inspeccionar.
- Instante en que debe inspeccionarse.
- Control sobre el cumplimiento de la inspección.

Usualmente se le asocia con una frecuencia determinada a la cual se realizan las inspecciones y actividades de mantenimiento. Existen tres razones para hacer mantenimiento preventivo:

- Prevenir las fallas.
- Detectar el comienzo de la falla.
- Descubrir una falla oculta.

Desafortunadamente, no es posible prevenir todas las fallas de los equipos, pero eso no significa que nuestra habilidad para realizar las tareas de mantenimiento preventivo deba terminar allí. Evitar que una pequeña avería se convierta en un daño mayor, puede hacerse por medio de la detección y prevención oportuna de la

avería. La inspección es el elemento fundamental del Mantenimiento Preventivo, consiste en observar cuidadosa y detenidamente el estado del elemento en cuestión, buscando desgastes, desajustes, piquetes, erosiones, grietas, fisuras, etc., y registrar detalladamente las observaciones en documentos destinados para tal fin.

El intervalo de inspección debe estar basado en la estabilidad, el propósito y el grado de uso. Si los registros iniciales indican que el equipo permanece dentro de la precisión requerida en las calibraciones sucesivas, los intervalos se pueden ampliar. Si por el contrario, el equipo requiere ajustes o reparaciones frecuentes, el intervalo se debe acortar.

Los registros del equipo proveen información para propósitos de otro mantenimiento preventivo. Toda orden de trabajo sobre un equipo se debe registrar en una base de datos donde se pueda buscar por equipo el historial de fallas y reparaciones, estos proveen información vital para el análisis de efectividad del sistema de mantenimiento.

Las partes esenciales que se deben incluir en un registro son:

- Número de identificación del equipo.
- Nombre del equipo.
- Producto/Grupo/Clase de equipo.
- Localización.
- Uso de lecturas de medida.
- Intervalos de mantenimiento.
- Uso por día.
- Ultimo mantenimiento preventivo vencido.
- Siguiete mantenimiento preventivo vencido.
- Tiempo del ciclo para mantenimiento preventivo.

- Oficios requeridos, número de personas y el tiempo para cada uno.
- Partes requeridas.

3.1.3. Mantenimiento Predictivo

El mantenimiento predictivo estudia la evolución temporal de ciertos parámetros, para asociarlos a la ocurrencia de fallas, con el fin de determinar en que período de tiempo esa situación va a generar escenarios fuera de los estándares, para así poder planificar todas las tareas proactivas con tiempo suficiente para que esa avería nunca tenga consecuencias graves ni genere paradas imprevistas de equipos.

La predicción del comportamiento de los parámetros se hace a través de las ciencias: matemáticas, estadísticas, proyectivas, prospectivas, correlacionales, aleatorias, univariantes, bivariantes y multivariantes, etc. Una de las características más importantes de este tipo de acción de mantenimiento es que no debe alterar el funcionamiento normal del equipo mientras se está aplicando³.

La inspección y evaluación de los parámetros se puede realizar en forma periódica o en forma continua, dependiendo de diversos factores como son: el tipo de actividad, los tipos de falla por diagnosticar y la inversión que se quiera realizar.

Algunas ventajas del mantenimiento predictivo son:

- Reduce el tiempo de parada al conocer exactamente qué componente es el que falla.
- Permite seguir la evolución de un defecto en el tiempo.

³ MORA G., Alberto. Mantenimiento estratégico para empresas industriales o de servicios – Enfoque Sistemático Kantiano. Pág. 266.

- Optimiza la gestión del personal de mantenimiento.
- Realiza la verificación de la condición de estado y monitoreo en tiempo real de la maquinaria, tanto la que se realiza en forma periódica cómo la que se hace de carácter eventual.
- Maneja y analiza un registro de información histórica vital, a la hora de la toma de decisiones técnicas en los equipos.
- Define los límites de tendencia relativos a los tiempos de falla o de aparición de condiciones no estándares.
- Posibilita la toma de decisiones sobre la parada de un equipo en momentos críticos.
- Facilita la confección de formas internas de funcionamiento o compra de nuevos equipos.
- Provee el conocimiento del historial de actuaciones, para ser utilizada por el mantenimiento correctivo.
- Facilita el análisis de las averías.
- Aplica el análisis estadístico del sistema.

El principal inconveniente del mantenimiento predictivo es de tipo económico. Para cada equipo es necesaria la instalación de equipos de medición de parámetros que puedan ser: presión, pérdidas de carga, caudales, consumos energéticos, caídas de temperatura, ruidos, vibraciones, agrietamientos, etc. Las técnicas de mantenimiento predictivo aplicables a componentes del tren de potencia de equipos mineros son:

- Inspección visual, acústica y al tacto de componentes
- Tomografía
- Vibraciones
- Análisis de aceite

Inspección visual, acústica y al tacto de componentes. La permanente vigilancia durante la operación o el mantenimiento de equipos, juega un rol importante en los instrumentos avanzados para detectar fallas o condiciones fuera del estándar. La presencia visual de desgastes, situaciones anormales y ruidos indican que se está ante la presencia de un generador de falla, que puede evitarse tomando las acciones correctivas correspondientes.

Termografía. La utilización de aparatos térmicos para el control y vigilancia de variables de condición en las máquinas es una herramienta avanzada muy útil en la detección potencial de fallas y situaciones fuera de estándar, entre ellos sobresalen: termómetros, termistores, pinturas, polvos térmicos, termostatos, cámaras de rayos infrarrojos, sensores de temperatura, sensores de contacto, sensores basados en dilatación o expansión de líquidos, sensores bimetálicos en expansión, termopares, termocuplas, termo resistencias, testigos de color, bolas (pellets), sensores sin contacto, pirómetros ópticos y de radiación, cámaras infrarrojas, etc.,

Figura 14. Cámaras Termo gráficas



Fuente: <http://www.preditec.com/productos/equipos-de-infrarrojos/camaras-termograficas/camara-termografica-flir-t-400---t-600/>

Algunas de las fallas que se pueden evidenciar con el control de temperatura son: daños en rodamientos, defectos en sistemas de refrigeración, sistemas de generación de calor o manejo energético, depósitos y sedimentos de materiales no

deseados, daños en aislamientos, condiciones no estándares en sistemas eléctricos, etc.

Vibraciones. La razón principal para analizar y diagnosticar el estado de una maquina es determinar las medidas necesarias para corregir la condición de vibración, reducir el nivel de las fuerzas vibratorias no deseadas y no necesarias. De manera que, al estudiar los datos, el interés principal deberá ser la identificación de las amplitudes predominantes de la vibración, la determinación de las causas, y la corrección del problema que ellas representan.

El establecimiento de patrones en condiciones normales de operación, permite diferenciar de situaciones fuera del estándar, esto se logra con una de las metodologías más certeras en el diagnóstico y monitoreo de equipos y componentes, a través de las vibraciones⁴. Detecta defectos internos como: desalineaciones de rodamientos y poleas, desequilibrios dinámicos, desgastes de engranajes, sobrecargas, ejes defectuosos, etc., (figura 11).

Las etapas seguidas para medir y/o analizar una vibración, que constituyen la cadena de medición, son:

- Etapa Transductora.
- Etapa de acondicionamiento de la señal.
- Etapa de análisis y/o medición.
- Etapa de registro.

⁴ AGUILAR LEÓN, German Stephan. Vibraciones Mecánicas. Universidad Industrial de Santander-UIS. Posgrado en Gerencia de Mantenimiento. Cartagena, 2007. Pág. 16.

Figura 15. Medición de vibraciones



Fuente: <http://www.pemesa.eu/servicios.php?categoriaid=1>

Para la medición de vibraciones en el exterior de las máquinas y en las estructuras hoy en día se utiliza fundamentalmente los acelerómetros. El acelerómetro tiene la ventaja respecto al velocímetro de ser más pequeño, tener mayor rango de frecuencia, y poder integrar la señal para obtener velocidad o desplazamiento vibratorio.

El sensor de desplazamiento se utiliza para medir directamente el movimiento relativo del eje de una máquina respecto a su descanso. Para la selección adecuada del sensor se debe considerar, valor de la amplitud a medir, temperatura de la superficie a medir y fundamentalmente el rango de las frecuencias a medir.

3.2 MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM)

RCM ES una estrategia que permite determinas cuales son las tareas minimas de mantenimiento para los equipos en estudio cumplan con las funciones esperadas.

“RCM es un proceso específico usado para identificar las políticas que deben ser implementadas para administrar los modos de falla que pueden causar fallas funcionales en cualquier activo físico en su contexto operacional⁵”

“RCM es un proceso utilizado para determinar que se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual⁶”.

“El RCM es el proceso usado para determinar el enfoque más efectivo del mantenimiento esto implica identificar acciones que cuando se toman reducen la probabilidad de falla de la forma más costo-efectiva buscando una mezcla optima de acciones basadas por condición, acciones basadas en ciclos o en tiempo o el enfoque de operar hasta que falle⁷”

La filosofía del RCM se fundamenta en:

- Evaluación de los componentes de los equipos, su estado y su función.
- Identificación de los componentes críticos.
- Aplicación de las técnicas de mantenimiento proactivo y predictivo.
- Chequeo en sitio y en operación del estado corpóreo y funcional de los elementos mediante permanente revisión y análisis.

El mantenimiento centrado en confiabilidad es una filosofía de gestión de mantenimiento que sirve de guía para identificar las actividades de mantenimiento con sus respectivas frecuencias a los activos más importantes de un contexto operacional.

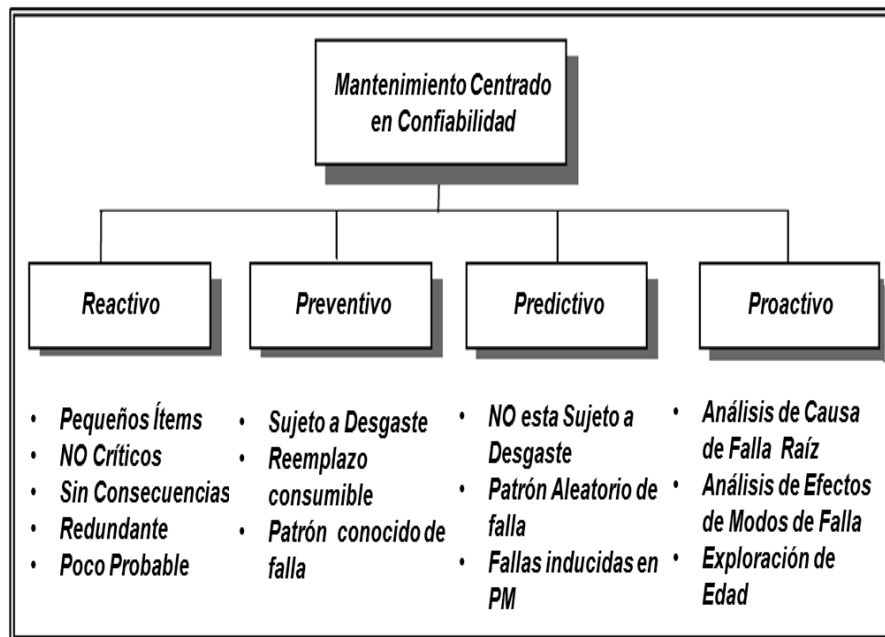
⁵ Sae JA1011. Evaluation Criteria for Reliability-Centered Maintenance (RCM) Processes. Society of Automotive Engineers, Inc 1999

⁶ MOUBRAY. JHON. Reliability-Centered Maintenance RCM II. New York: Industrial Press Inc, 1997. P. 7.

⁷ NASA. Reliability Centered Maintenance Guide or Facilities and Collateral Equipment. 2000.

Esta no es una fórmula matemática y su éxito se apoya principalmente en el análisis funcional de las fallas de un determinado contexto operacional, realizado por un equipo de trabajo multidisciplinario, el cual desarrolla un sistema de gestión de mantenimiento flexible que se adapta a las necesidades reales de mantenimiento de la organización, tomando en cuenta la seguridad personal, el ambiente, las operaciones y la razón costo / beneficio

Figura 16. Tareas de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM)



Fuente: NASA Reliability Centered Maintenance Guide or Facilities and Collateral Equipment.

3.2.1 Objetivos que persigue el RCM. El mantenimiento centrado en la confiabilidad se plantean unos objetivos fundamentales que ayuda a cumplir con el objetivo principal del *RCM* con lo son:

- Eliminar las averías de las máquinas.

- Suministrar fuentes de información de la capacidad de producción de la planta a través del estado de sus máquinas y equipos.
- Minimizar los costos de mano de obra de reparaciones, en base a un compromiso por parte de los responsables del mantenimiento en la eliminación de fallas de máquinas.
- Permitir a los Departamentos de Producción y de Mantenimiento una acción conjunta y sincronizada a la hora de programar y mantener la capacidad de producción de la planta.
- Incrementar los beneficios de explotación directamente mediante la reducción de los presupuestos del departamento de mantenimiento.

Partimos de la base de que RCM es un proceso para determinar cuáles son las operaciones que debemos hacer para que un equipo o sistema continúe desempeñando las funciones deseadas en su contexto operacional, siempre y cuando ellas sean rentables para la empresa.

Y para ello se debe tener muy claras y analizadas las siguientes preguntas:

3.2.2 Las Siete Preguntas Básicas del RCM. El RCM plantea siete preguntas básicas acerca del activo o sistema que se quiere revisar:

- ¿Cuáles son las funciones del equipo o del sistema?
- ¿De qué forma puede fallar?
- ¿Que puede causar que falle?
- ¿Qué sucede realmente cuando falla?

- ¿Qué ocurre si se produce el fallo y qué repercusiones reales (disponibilidad, costes, accidentes, E.T.C.) tiene?
- ¿Qué se puede hacer para prevenir los fallos?
- ¿Es rentable prevenir dicho fallos?
- ¿Qué se debe hacer si no se puede prevenir el fallo?

Es importante determinar, cuando nos pongamos a responder dichas preguntas, qué es lo que la empresa, la planta o el cliente quiere realmente que el sistema haga dentro del contexto operacional en que nos encontramos en nuestra planta.

3.2.2.1 ¿Cuáles son las funciones del equipo o del sistema? Entendiendo como contexto operacional el lugar, el entorno, las circunstancias de trabajo, Ello implica saber cuáles son verdaderamente los límites o estándares de funcionamiento necesarios en realidad para nuestro cliente o para nuestra actividad.

3.2.2.2 ¿De qué forma puede fallar? Una vez determinadas cuáles son las funciones y prestaciones, hay que identificar y conocer sus fallos. Hay que Identificar una a una las posibilidades de fallo de cada elemento o cada equipo, entendiendo como fallo dejar de realizar las funciones requeridas o salir de los márgenes de validez. Por tanto, el fallo funcional a localizar e identificar por el grupo de trabajo de RCM será aquel que implique la incapacidad de cualquier equipo o activo físico para cumplir un estándar medible de funcionamiento.

3.2.2.3 ¿Qué puede causar que falle?: Conocidas las funciones las prestaciones y los fallos funcionales, debemos pasar a la siguiente pregunta: ¿que puede causar que falle? para responderla hay que identificar las causas más probables de cada fallo funcional o de cada pérdida de las prestaciones que hacen que la máquina o equipo deje de funcionar adecuadamente, a ello se les denomina modo de fallo: Dichos modos de fallos de incluir todas aquellas causas de fallos que

hayan ocurrido, las que se están evitando por el mantenimiento preventivo que estamos llevando a cabo y las que aún no han ocurrido pero tienen posibilidad de ocurrir.

3.2.2.4 ¿Qué efectos tienen los fallos? Qué pasa si ocurre una determinada avería y, además, qué pasaría si ocurriera un nuevo modo de fallo o avería asociada. Con ello no nos vamos a limitar exclusivamente a cada fallo individualizado, sino que vamos a abordar la casuística asociada a los fallos múltiples esto es lo que realmente va a permitir al grupo de trabajo de terminar las consecuencias de los fallos.

3.2.2.5 ¿Qué se puede hacer para prevenir los fallos? La siguiente pregunta que nos debemos hacer en el proceso de estudio y definición del RCM es: **¿qué se puede hacer para prevenir los fallos?** De forma asociada, es necesario que cada vez que el grupo de trabajo analice (avería a avería o fallo a fallo) se pregunte este interrogante y cuando conteste el mismo, anote y valore con toda claridad sus propuestas que nos servirán para la elaboración de los planes de intervención que deben ser ejecutadas en conformidad con el análisis de RCM a cada máquina es específico.

3.2.2.6 ¿Es rentable prevenir dicho fallos? Esta pregunta es muy importante puesto los costos son muy relevantes en las empresas y de ahí depende muchas decisiones de intervención del activo o incluso dejarlo simplemente que llegue hasta la falla.

3.2.2.7 ¿Qué se debe hacer si no se puede prevenir el fallo?: Esta pregunta tiene relación a fallas que no se pueden prevenir habrá que tener planes de contingencias que puedan tomarse para manejar las fallas las acciones pueden dividirse en dos categorías: Tareas proactivas y Acciones a falta de.

3.2.3. Árbol lógico de decisiones del RCM

Las actividades o tareas de mantenimiento según RCM pueden ser:

3.2.3.1 Tareas Proactivas (preventivas). Las tareas proactivas se realizan antes de que ocurra una falla, con el fin que el activo llegue a un estado de falla que abarcan las tareas de mantenimiento preventivo y predictivo, que corresponden a una estrategia de prevención de fallas.⁸

- Sustitución y Reacondicionamiento Cíclico (Time Based Maintenance).
- Condicionales o Predictivas (Conditional Based Maintenance).

3.2.3.2 Acciones a falta. Pero cuando no es posible identificar una tarea proactiva efectiva es necesario realizar “acciones a falta de” corresponden a una estrategia de acción contra la falla:

- Búsqueda de fallas ocultas.
- Rediseño.
- Mantenimiento a rotura o averías

Como resultado de este análisis se elabora la “Hoja de Decisión”, en la cual para cada modo de falla se define la actividad de mantenimiento correspondiente y Finalmente se establece el “Plan de Mantenimiento” resultante de la aplicación del método, en un formato lo más simple posible, donde se especifica el listado de tareas de mantenimiento, su frecuencia de implementación y la fecha estimada de ejecución.⁹

Las siguientes son algunas acciones que se pueden diferenciar dentro del RCM:

⁸ Mora, Alberto. Mantenimiento estratégico para empresas industriales o de servicios. AMG, 2009. p.273.

⁹<http://www.fices.unsl.edu.ar/~uniram/trabajos/130%20MANTENIMIENTO%20CENTRADO%20EN%20LA%20CONFIABILIDAD%20%20EN%20INDUSTRIA%20FARMACEUTICA-Gangi%20S.,%20Ingaramo%20R%20%20y%20otros.pdf>

- Acción correctiva: reparación o reemplazo sobre las fallas. El costo de control o detección de fallas excede los beneficios.
- Acción preventiva: reparación o reemplazo sobre tiempos o ciclos.
- Acción predictiva: se emplean condiciones de monitoreo para detectar fácilmente etapas de falla. Reemplazo o reparación sobre condición.
- Además de estas acciones, el mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), combina algunas actividades del mantenimiento proactivo para detectar y analizar la presencia de algunas causas de falla reduciéndolas en un periodo determinado.¹⁰

Conociendo y enlistados todos los modos y efectos de fallas y sus consecuencias, podemos realizar el proceso llamado árbol logico de decisions del RCM con el fin de determinar:

- Si la falla es merecedora de prevención, esfuerzos para predecirla.
- Algún tipo de intervención periódica, para evitarla.
- Rediseño, para eliminarla.
- Simplemente ninguna acción.

y de esta forma encontrar cuáles son las tareas adecuadas y el programa de mantenimiento que deberan se aplicados a los activos físicos

Pasos para la implementación

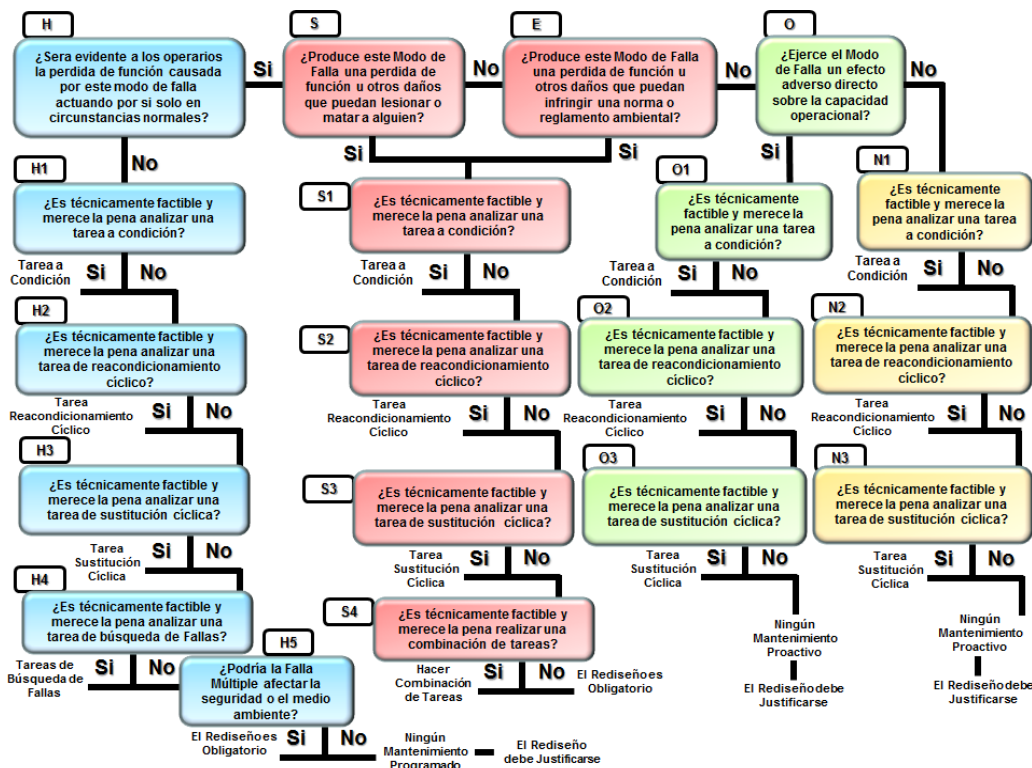
- Formación del equipo natural de trabajo.
- Selección y definición de las áreas y equipos restricción donde se implementará el RCM.

¹⁰ Mora, Alberto. Mantenimiento estratégico para empresas industriales o de servicios. Colombia: AMG, 2009. p.273.

- Definición de criticidad y selección de los sistemas críticos, estableciendo sus Funciones primarias, secundarias, auxiliares y de apoyo logístico.
- Análisis de las fallas funcionales reales o potenciales para cada una de las funciones.
- Realización del análisis de los modos y de los efectos de las fallas, para determinar los modos de fallos a que se tiene lugar en cada falla funcional para cada función (utiliza el procedimiento FMECA).
- Selección de las estrategias y procedimientos de mantenimiento (árbol lógico de decisión).
- Implantación y evaluación del CMD en cada caso.
- Asigna estrategias y los recursos adecuados para el plan general de priorización asignado con base en el RPN y los costos / beneficios asociados a cada modo de falla.
- Revisión y monitoreo periódico de todo el esquema general y específico.¹¹”

¹¹ MORA, Alberto. Mantenimiento estratégico para empresas industriales o de servicios. Colombia: AMG, 2009. p.273.

Figura 17. Árbol de Decisión del Proceso de RCM



Fuente: Reliability-Centered Maintenance RCM II, Jhon Moubray.

3.3. METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD

El análisis de criticidad es una herramienta que permite identificar y jerarquizar por su importancia los elementos de una instalación sobre los cuales vale la pena dirigir recursos (humanos, económicos y tecnológicos). En otras palabras, el análisis de criticidad ayuda a determinar eventos potenciales indeseados, en el contexto de la confiabilidad operacional, entendiéndose confiabilidad operacional como: la capacidad de una instalación (procesos, tecnología, gente), para cumplir su función o el propósito que se espera de ella, dentro de sus límites de diseño y bajo un contexto operacional específico en un tiempo determinado.

El término “crítico” y la definición de criticidad pueden tener diferentes interpretaciones y van a depender del objetivo que se está tratando de jerarquizar. Desde esta óptica existen una gran diversidad de herramientas de criticidad, según las oportunidades y las necesidades de la organización: ¹²”.

- Flexibilidad operacional (disponibilidad de función alterna o de respaldo)
- Efecto en la continuidad operacional / capacidad de producción
- Efecto en la calidad del producto
- Efecto en la seguridad, ambiente e higiene
- Costos de paradas y del mantenimiento
- Frecuencia de fallas / confiabilidad
- Condiciones de operación (temperatura, presión, fluido, caudal, velocidad)
- Flexibilidad / accesibilidad para inspección & mantenimiento
- Requerimientos / disponibilidad de recursos para inspección y mantenimiento
- Disponibilidad de repuestos

3.3.1 Modelo de criticidad de factores ponderados basado en el concepto del riesgo. Este método fue desarrollado por un grupo de consultoría inglesa denominado: The Woodhouse Partnership Limited [Woodhouse Jhon. “**Criticality Analysis Revisited**”, The Woodhouse Partnership Limited, Newbury, England 1994].

Este es un método semicuantitativo bastante sencillo y práctico, soportado en el concepto del riesgo: **frecuencia de fallas x consecuencias**.

A continuación se presenta de forma detallada la expresión utilizada para jerarquizar sistemas:

¹² <http://uts-avera.blogspot.com/2013/03/mto-criticidad.html>

Criticidad total = Frecuencia x Consecuencias de fallas

Frecuencia = Rango de fallas en un tiempo determinado (fallas/año)

Consecuencias = ((Impacto Operacional x Flexibilidad) + Costos de Mtto. + Impacto Seguridad, Ambiente e Higiene)

Los factores ponderados de cada uno de los criterios a ser evaluados por la expresión del riesgo se presentan a continuación:¹³

Frecuencia de fallas: Número de veces que se repite un evento considerado como falla en un año.

Tabla 1. Valoración frecuencia de fallas

FRECUENCIA DE FALLAS	VALOR
Más de 5 fallas por año	4
entre 2 y 4 fallas por año	3
1 o 2 fallas por año	2
menos de 1 falla por año	1

Impacto operacional: Efectos causados en la operación

Tabla 2. Valoración impacto operacional

IMPACTO OPERACIONAL	VALOR
Parada inmediata de toda la planta o corte de línea	10
parada inmediata de un sector de la línea productiva	6
Impacta los niveles de calidad o productividad	4
Repercute en costos operacionales adicionales asociados a la disponibilidad del equipo	2
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	1

¹³ <http://uts-avera.blogspot.com/2013/03/mto-criticidad.html>

Flexibilidad operacional: posibilidad de realizar un cambio para continuar con la producción sin incurrir en costos o pérdidas considerables.

Tabla 3. Valoración flexibilidad operacional

FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	VALOR
No existe opción de producción y no existe función de remplazo	4
existe opción de remplazo compartido	2
Existe opción de remplazo disponible	1

Costo de mantenimiento: costos que implica la actividad de mantenimiento, dejando por fuera los costos de producción sufridos por la falla.

Tabla 4. Costo de mantenimiento

COSTO DE MANTENIMIENTO	VALOR
de \$5.000.000 en adelante	20
entre \$2.000.000 y \$5.000.000	10
entre \$1.000.000 y \$2.000.000	5
entre 0 y \$1.000.000	1

Impacto en seguridad y medio ambiente: Enfocado a evaluar los posibles inconvenientes que puede causar sobre las personas y el medio ambiente.

Tabla 5. Valoración impacto en seguridad y medio ambiente

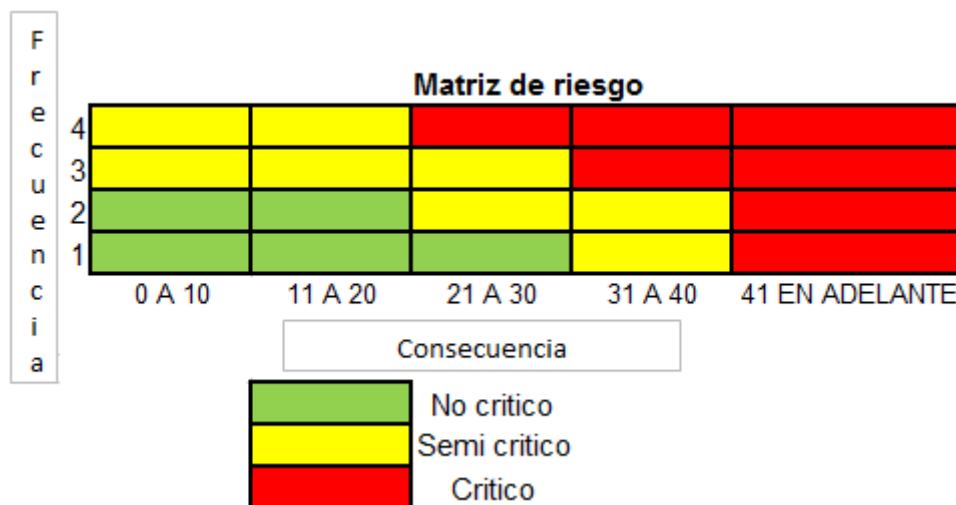
IMPACTO EN SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE	VALOR
Afecta la seguridad humana tanto interna como externa	40
Afecta el medio ambiente produciendo daños severos	32
Afecta las instalaciones generando daños severos	24
Provoca daños menores (accidentes e incidentes) en personal propio	16

IMPACTO EN SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE	VALOR
Provoca un efecto ambiental cuyo efecto no viola las normas ambientales	8
no provoca ningún daño a las personas, instalaciones ni ambiente	0

Estos factores se evalúan en reuniones de trabajo con la participación de las distintas personas involucradas en el contexto operacional (operaciones, mantenimiento, procesos, seguridad y ambiente). Una vez que se evalúan en consenso cada uno de los factores presentados anteriormente, se introducen en la fórmula de Criticidad Total y se obtiene el valor global de criticidad.

Máximo valor de criticidad que se puede obtener a partir de los factores ponderados evaluados = 200¹⁴.

Figura 18. Matriz de riesgo



¹⁴ <http://uts-avera.blogspot.com/2013/03/mto-criticidad.html>

3.4. INDICADORES DE GESTION DE MANTENIMIENTO

El seguimiento a indicadores de mantenimiento es el que permite medir el grado de éxito alcanzado de todo lo que se realiza el enfoque sistémico kantiano, mediante índices de aceptación mundial y con el uso de metodologías de validez universal.¹⁵, que permiten valorar la gestión y operación integral de mantenimiento en una empresa.

3.4.1 Tasa de falla (λ). Es el número de fallas de un sistema o componente por unidad de tiempo de exposición. Generalmente se considera como unidad de tiempo 1 año.

3.4.2. Tiempo inactivo por mantenimiento (Mdt). Maintenance down time, es el total de tiempo inactivo por mantenimiento programado para un periodo dado de tiempo. Incluye tiempo de logística, disponibilidad de equipo de trabajo y repuestos etc.

3.4.3. Tiempo medio inactivo (MDT). Es el tiempo promedio de inactividad causada por mantenimiento programado y no programado, incluyendo cualquier tiempo de logística.

3.4.4. Tiempo medio entre fallas (MTBF). Es el tiempo de exposición promedio entre fallas consecutivas de un componente.

3.4.5. Tiempo Promedio Para Reparar (MTTR). Es el tiempo medio para reparar o reemplazar un componente. Los tiempos de logística asociados a la reparación, como adquisición de partes, movilización de las cuadrillas no están incluidos dentro de este indicador. Puede ser estimado dividiendo la suma de los tiempos

¹⁵ Mora, Alberto. Mantenimiento estratégico para empresas industriales o de servicios. AMG, 2009. p.286

de reparación entre el número de reparaciones, por lo tanto, es prácticamente el promedio del tiempo de reparaciones. La unidad más común para medir este indicador es de horas.

3.4.6 Tiempo promedio para mantener (MTTM). Es el tiempo promedio que toma mantener un componente, incluyendo los tiempos de logística.

Índices internacionales La mayoría de las casas mundiales que tratan el mantenimiento como SAE, OREDA, EIREDA, ESREDA, ALADON, Military Standard, AFNOR, British Standard, etc., aceptan tres indicadores básicos: confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad como las medidas más estandarizadas que permiten evaluar el grado de gestión y operación por parte de los elementos estructurales de mantenimiento, así:

3.4.7. Confiabilidad. Valora las acciones que ejecuta producción sobre el manejo y operación de los equipos, desde la óptica de fabricación y explotación de los mismos, las medidas fundamentales en que se apoya son las cantidades y los tiempos de fallas inherentes a los equipos.

3.4.8. Mantenibilidad. Mide las actividades de reparaciones y tareas proactivas que realizan el área de mantenimiento sobre los equipos, sus medidas básicas son el volumen de reparaciones (o tareas planeadas) y los tiempos efectivos de realización y sus demoras, en el caso de la mantenibilidad la evaluación se asocia a los grupos de personas que hacen los mantenimientos o las reparaciones

Es la probabilidad que un equipo pueda ser puesto en condiciones operacionales en un tiempo dado¹⁶. La mantenibilidad se caracteriza por el tiempo promedio para reparar (MTTR) y depende de varios factores entre los que se encuentran:¹⁷

¹⁶ BORRAS PINILLA, Carlos. Principios de mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2011. p.126.

¹⁷ IBID. p.127.

- Características de diseño de los equipos como modularidad, estandarización y facilidad de acceso a partes propensas a falla.
- Organización y eficiencia de las dependencias de mantenimiento.
- Habilidades del personal que ejecuta el mantenimiento.
- Disponibilidad de personal para realizar el mantenimiento.
- Disponibilidad de materiales y repuestos.
- Calidad y disponibilidad de la información técnica necesaria.
- Procedimientos de diagnóstico.
- Espacio de trabajo.

3.4.9. Disponibilidad. Es una relación que muestra la proporción de tiempo útil efectivo frente al tiempo total disponible, la relación está gobernada por parámetros y metodologías.

La utilización de los parámetros directos y asociados al CMD permite la comparación contra equipos similares o afines a nivel mundial o también establece una relación de comportamiento en el tiempo consigo mismo, es decir permite la valoración de la misma máquina en el tiempo para conocer su evolución.

De la interpretación, uso y análisis de las curvas características CMD, de sus pronósticos y de todos los cálculos asociados se desprenden las estrategias a realizar para lograr alcanzar las metas, objetivos, misión y visión de las empresas a través del uso intensivo de estos instrumentos en la gestión y operación de mantenimiento.

Indudablemente, los valores CMD son de índole operativo y de mantenimiento como de gestión integral de una fábrica, ellos en sí mismos no tienen en cuenta los aspectos económicos y monetarios, es indispensable relacionar los valores

calculados CMD con la inversión en dinero realizada para alcanzarlos, para ello se utiliza a nivel universal el concepto de LCC y de costos de mantenimiento.

EL Life Cycle Cost permite valorar la situación económica de la máquina y su viabilidad técnica y financiera al través de su ciclo de vida, es allí donde se puede tener un criterio claro de la efectividad lograda con todo lo realizado en los cuatro niveles de mantenimiento. ¹⁸.

La disponibilidad es el objetivo principal del mantenimiento, y es definida como la capacidad de un elemento de desarrollar las funciones para las que es requerido en un determinado instante de tiempo o durante un determinado periodo de tiempo. En la práctica, en sistemas de operación continua, la disponibilidad se expresa como el porcentaje de tiempo en que un elemento está en condiciones de operar.

$$D(t) = \frac{\Sigma \text{Tiempo disponible para producir}}{\Sigma \text{Tiempo disponible para producir} + \Sigma \text{Tiempo en mantenimiento}}$$

En general los indicadores de disponibilidad se dividen en dos sub-grupos: Disponibilidad Operacional (Ao) y Disponibilidad inherente (Ai). La Disponibilidad inherente considera la tasa de falla de los componentes y el tiempo medio de reparación de los mismos. La Disponibilidad operacional va más allá al considerar los tiempos de parada por mantenimiento, tiempos de espera de componentes, tiempos de logística etc., proporcionan una medida más real de la disponibilidad del sistema.

$$Ai = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

$$Ao = \frac{MTBM}{MTBM + MDT}$$

¹⁸ MORA, Alberto. Mantenimiento estratégico para empresas industriales o de servicios. Colombia: AMG, 2009. p.286

4. MODELO DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Al estudiar la gestión del mantenimiento que se ha realizado hasta el momento en el club Infantas, se encontró que la gran mayoría de mantenimientos se realizaban en el momento de ocurrencia de los daños, es decir, que solo se practicaba el mantenimiento de forma correctiva, mecanismo poco eficiente al momento de producir resultados productivos y soluciones con una visión de largo plazo.


Éste proceso de mantenimiento y la forma de aplicación era la principal causa para la ocurrencia de las diferentes situaciones e inconvenientes que afectaban considerablemente la prestación del servicio y la economía del club INFANTAS. El modelo de gestión del mantenimiento que se propone para el club infantas está basado en la estrategia de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo, que contribuyan a la confiabilidad de los equipos e infraestructura del club, en especial aquellos equipos críticos identificados en el análisis previo y el diagnóstico realizado.

Para la implementación de este modelo de mantenimiento es necesario que el club realice adquisición de equipos, con el fin de realizar y garantizar el cuidado básico de los equipos por parte de los operarios.

Las herramientas de gestión a utilizar para la elaboración de la estrategia de mantenimiento son entre otras:

- ✓ Metodología RCM para aplicación de estrategia de mantenimiento
- ✓ Listado de tareas de mantenimiento y acciones de cuidado básico de equipos (BEC) por personal operario.
- ✓ Procedimientos e instructivos de mantenimiento.
- ✓ Caracterización de los procesos de mantenimiento.

Tabla 6. Caracterización del proceso de Mantenimiento

	CLUB INFANTAS		Codigo: CT-GA-01	Pagina 1 de 1
	Nit. 890.270.109-0		Version 01	Aprobado: Gerente
	CARACTERIZACION DE PROCESOS		Fecha de actualizacion: 1 de noviembre de 2015	Revisado: Representante de la dirección
NOMBRE:	Gestion de Recursos Tecnicos e Infraestructura			
OBJETIVO:	Establecer las actividades de mantenimiento correctivo y preventivo de las instalaciones y equipos con el fin de asegurar la prestación del servicio en forma oportuna y acorde a los requisitos del cliente.			
LÍDER DEL PROCESO:	Supervisor de Mantenimiento			
PROCESO DE ENTRADA	ENTRADAS	ACTIVIDADES	SALIDAS	PROCESO DE SALIDA
<u>Internos</u> Gestion administrativa Eventos Servicio al cliente	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Solicitud o necesidad del cliente. ◆ Equipos para mantenimiento ◆ Programacion mantenimiento instalaciones. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Programar actividades y presupuesto proyectado de mantenimiento a instalaciones y equipos. 2. Programar el personal requerido para el mantenimiento. 3. Realizar los mantenimientos según la programación. 4. Contratar el mantenimiento de equipos cuando se requiera. 5. Verificar el mantenimiento realizado. 6. Gestionar la mejora del desempeño del proceso y toma de acciones. 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Instalaciones aseadas y organizadas. ◆ Registros de mantenimientos realizados a equipos. ◆ Hoja de vida de equipos. ◆ Reportes de acciones correctivas, preventivas y de mejora. 	<u>Internos</u> Gestión administrativa Gestion de Recursos Financieros Eventos
<u>Externos</u> Clientes				<u>Externos</u> Usuarios Afiliados
DOCUMENTOS ASOCIADOS	REGISTROS ASOCIADOS	REQUISITOS	RECURSOS	
<u>Del sistema</u> Instructivo de mantenimiento de equipos Procedimiento de recursos tecnicos e infraestructura Instructivo de reparaciones generales Instructivo de conductores Instructivo de mantenimiento de piscinas Instructivo de labores de aseo Instructivo de mantenimiento electrico	<u>Del sistema</u> Programa de mantenimiento instalaciones y equipos. Orden de Servicio. Hojas de vida de equipos. Plan de Trabajo. Formato control de ingreso y salida de vehiculos Control tratamiento de agua de la piscina Formato soporte tecnico equipos de computo Formato entrega de obra Formato verificacion aseo instalaciones Formato verificacion vehiculos Hoja de vida de equipos de computo Verificacion aseo sanitarios	<u>NTC ISO 9001:2008</u> 6.3 Infraestructura 6.4 Ambiente de trabajo 8.2.3 Seguimiento y medición de los procesos. 8.2.4 Seguimiento y medición del producto 8.4 Análisis de datos. 8.5.1 Mejora continua. 8.5.2 Acción correctiva. 8.5.3 Acción preventiva	<u>Talento Humano</u> Aseadoras, electricistas, Reparador general, carpintero, jardinero, piscineros, oficinas varios en general. <u>Infraestructura</u> Herramientas de trabajo. Instalaciones club. Equipos.	
<u>Otros documentos</u>	<u>Otros registros</u>	<u>Otros Requisitos</u> Requisitos del cliente	<u>Ambiente de Trabajo</u> Adecuadas condiciones de temperatura, iluminación, ruido y de ergonomía en las áreas de trabajo.	
SEGUIMIENTO Y CONTROL	* Cumplimiento del programa de mantenimiento. * Auditorias * Revisión por la dirección	INDICADORES DE GESTIÓN (Elemento del objetivo del proceso al cual se le realizará Medición)	* Confiabilidad * Disponibilidad * Mantenibilidad	

4.1. PERSONAL DE MANTENIMIENTO

A partir de la experiencia y de los conocimientos adquiridos en la academia, se muestra la interacción del departamento de mantenimiento con los distintos departamentos internos del club y podría resumirse de la siguiente manera:

- **Con la gerencia:** informes, solicitudes, autorizaciones, instrucciones, comentarios, proyectos, innovaciones, modificaciones, evaluaciones, recomendaciones y asesorías.
- **Con la tesorería:** Aspectos administrativos y de control, nominas, presupuestos, proyecciones, provisiones, estimaciones, elaboración de cuentas de cargos, comprobantes, control de almacén y, en caso necesario agilización de algún trámite.
- **Con recursos humanos:** Todo lo relacionado con el personal, como vacantes, capacitación, incentivos, amonestaciones, horarios, medidas disciplinarias, prestaciones, contrataciones, actualización y tramitación de licencias, permisos, y documentación oficial, registros y expedientes.
- **Con el departamento de compras:** Pedidos, requisiciones, cotizaciones, especificaciones, tiempos de entrega, control de calidad, existencias, establecimiento de máximos y mínimos, control de almacenes y catálogo de proveedores.
- **Con el departamento de alimentos y bebidas:** Informes de desperfectos en áreas de influencia (comedores, cocina, salones, etc.) informe de necesidades de acuerdo con el programa de actividades, avisos de disponibilidad y determinación de prioridades; recepción de trabajos realizados y venta de servicios.
- **Con áreas públicas:** Informe de desperfectos y faltantes, establecimiento de rutinas de encendido y apagado de luces, recepción de trabajos realizados, e informe de necesidades.

- **En lo referente a seguridad:** establecimiento de brigadas para casos de emergencia y prevención de riesgos, informe del personal que presta servicios y horarios, e informes de cambios o alteraciones en los horarios del personal de mantenimiento.

4.2. GENERALIDADES DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO

La puesta en marcha de un programa o plan de mantenimiento satisfactorio depende básicamente del factor más importante: el ser humano.

El empleado del departamento de mantenimiento debe ser una persona vivaz; un hombre que a su paso observe y descubra, aun sin buscarlos, los pequeños desperfectos que sufren las áreas a su cargo. De este modo, la frecuencia y el éxito de sus revisiones dependerán de la sensibilidad que muestre principalmente en cuatro sentidos:

- ✓ Vista (capacidad de observación) para que de una mirada detecte cualquier anomalía.
- ✓ Oído (saber escuchar) especialmente cuando el motor de las maquinas no tenga el ritmo normal o el ruido acostumbrado.
- ✓ Olfato. Para los casos de sobrecalentamiento de motores.
- ✓ Tacto. Para determinar que las maquinas no estén demasiado calientes o para descubrir humedades en muros o techos.

La persona que cuente con estas características y al mismo tiempo sepa supervisar el trabajo podrá prever de manera más efectiva todos los problemas a los que está expuesto el club.

El sistema de mantenimiento preventivo debe crear mayor conciencia en cada empleado que participa en él, y un convencimiento de las razones por las que se implantará dicho sistema.

4.3. REQUISITOS QUE DEBE CUMPLIR UN EMPLEADO DE MANTENIMIENTO

A continuación se describen las cualidades personales que idealmente debe tener una persona, que realiza determinado trabajo, en cualquier área y profesión.

- **Presentación.** El empleado de mantenimiento debe observar cuidadosamente su higiene personal por medio de: baño diario, afeitado, uso de desodorante, corte de pelo y peinado, uniforme completo y aseado, calzado limpio,
- **Comportamiento.** El buen comportamiento de los empleados se juzga a partir de los siguientes aspectos: evitar bromas pesadas o de mal gusto, no consumir bebidas alcohólicas, mantener relaciones cordiales con sus compañeros y jefes, tener salud física y mental.
- **Cualidades Morales.** Se reflejan en las siguientes características: apego al trabajo, comprensión, cortesía y amabilidad, paciencia y voluntad de servicio, deseo de superación, responsabilidad, honradez, discreción y respeto.

Además de lo anterior para ser empleado de mantenimiento, es necesario contar además, con capacitación especializada para el departamento, a fin de desempeñarse con eficiencia en los diferentes cargos.

4.4. CARGOS, PERFILES Y FUNCIONES DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

Se presenta los perfiles de los cargos, de acuerdo al organigrama del departamento de mantenimiento propuesto anteriormente, cada perfil del cargo tiene discriminado las competencias laborales requeridas para su desempeño y el grado de exigencia como también la descripción de las actividades esenciales que se desarrollan, lo cual permite claridad organizacional.

4.4.1. Gerente de Mantenimiento.

Desempeño del puesto. Depende de la habilidad que tenga el jefe o supervisor para coordinar dos aspectos: manejo de personal y obtención de resultados.

En lo concerniente al manejo de personal, es útil ayudarse de tarjetas para controlar el tiempo de trabajo y la nómina del personal a su cargo, lista de asistencias, ordenes de trabajo, y reglamentaciones internas, para los fines siguientes:

- Elaborar horarios de trabajo.
- Programar días de descanso y las vacaciones de personal.
- Autorización de tiempo extra.
- Organizar reuniones con el personal.
- Elaborar un registro de empleados que incluya organigramas, puestos, turnos, descansos, vacaciones y grado de eficiencia.
- Trazar el plan general de mantenimiento anual.

En lo que respecta a obtención de resultados, el gerente de mantenimiento es responsable ante el gerente general de las actividades relativas al cuidado y conservación de las instalaciones y equipos del club Infantas. Para lograr mejores resultados sus funciones específicas deben abarcar las tareas siguientes:

- Establecer un sistema de mantenimiento preventivo que permita obtener los beneficios mencionados, lo cual implica elaborar todas las formas y tarjetas de control que integran el sistema.
- Establecer el sistema que se seguirá respecto a las solicitudes de trabajo para el mantenimiento correctivo.
- Planear, dirigir y supervisar la realización de las labores.
- Revisar diariamente el Diatario. (Asuntos pendientes)
- Hacer recorridos diariamente por las instalaciones, a fin de verificar el correcto funcionamiento del equipo y del club en general.
- Visitar periódicamente a los jefes de departamento con el propósito de conocer los problemas a que se enfrentan en relación con el mantenimiento.
- Coordinar el desarrollo de trabajos con el contratista, supervisando la calidad de los materiales y la correcta aplicación de las especificaciones del contrato.
- Establecer controles para las herramientas empleadas por el personal.
- Determinar según las necesidades, máximos y mínimos de repuestos y equipos para el almacén de mantenimiento.
- Autorizar solicitudes al almacén general, a fin de obtener el material y equipos necesarios.
- Hacer requisiciones al departamento de compras para proveerse de materiales y equipos faltantes.
- Colaborar con el jefe de compras en la selección de proveedores.
- Elaborar el presupuesto de gastos del departamento.
- Analizar mensualmente los gastos del departamento y compararlos con los presupuestos.
- Establecer procedimientos para casos de emergencia y difundirlos entre el personal del club.
- Supervisar los consumos y tomar medidas para ahorrar energía.
- Supervisar el correcto mantenimiento del club en general.
- Mantener actualizado el archivo del departamento.

- Controlar las llaves originales de las cerraduras de las habitaciones y autorizar la obtención de copias.
- Asistir a las reuniones de gerentes de departamento.
- Supervisar que las áreas del departamento de mantenimiento se encuentren limpias y con los señalamientos de seguridad apropiados.
- Elaborar la lista de revisiones y reparaciones para el mantenimiento preventivo de las habitaciones.
- Probar periódicamente la planta de luz eléctrica.
- Dibujar planos y ser capaz de idear y realizar algún proyecto con ayuda de su personal.
- Proveer un juego de planos estructurales, arquitectónicos, de instalaciones hidráulicas y sanitarias, de instalaciones eléctricas, de teléfonos, de aire acondicionado, piscinas, canchas entre otras.
- Contar con manuales de maquinaria, instructivos de manejo y operación de aquella, así como catálogos de repuestos.

Finalmente, deberá abrir una carpeta de vida de cada equipo y elaborar un directorio de representantes de empresas dedicadas a la venta de dichos equipos, repuestos y materiales, y llevar un control de contratistas y contratos celebrados.

Teniendo en cuenta lo anterior, un gerente debe contar con el siguiente perfil:

- Poseer gran capacidad de convocatoria.
- Generar respeto en sus colaboradores.
- Poseer habilidad para distribuir los recursos.
- Tener conocimiento de estandarización de procesos.
- Ser hábil en manejo de información.
- Tener visión de corto, mediano y largo plazo.
- Caracterizarse por su calidad mental.
- Poseer conocimiento de los procesos, recursos y métodos.
- Tener gran destreza en la solución de conflictos.

4.4.2. Supervisor de mantenimiento

Capacitación técnica.

- Conocimientos y aplicación de instrumentos y sistemas de control en general.
- Manejo de catálogos técnicos, instructivos de operación y mantenimiento, así como listas de repuestos.
- Cursos que impartan diversas empresas fabricantes de equipos.
- Técnicas de mantenimiento.
- Conocimientos y aplicación de equipos y materiales utilizados en el departamento.
- Cursos teórico – prácticos de actualización tecnológica.
- Conocimientos e interpretación correcta de planos, proyectos y especificaciones.
- Conocimientos de normas, reglamentos y leyes aplicables.

Capacitación administrativa.

- Planeación y control del mantenimiento preventivo.
- Control del mantenimiento correctivo.
- Costos de mantenimiento.
- Métodos y técnicas de supervisión.
- Programación de obras e interpretación de la ruta crítica.
- Conocimientos generales de administración de obras.

Capacitación higiene y seguridad.

- Actualización en lo referente a normas de seguridad e higiene.
- Aplicación de dichas normas en las actividades de la obra relativas a la especialidad.

4.4.3. Técnico en refrigeración y aire acondicionado.

Los conocimientos básicos del técnico en refrigeración y aire acondicionado son los siguientes:

- Reconocer todos los componentes mecánicos para operar un sistema de refrigeración. (compresor, condensador, receptor, evaporador, válvulas, bombas, etc.) así como sus componentes eléctricos (relé, arranque, protector de sobrecargas, capacitor, condensador, termostato, etc.).
- Conocer los sistemas para generar refrigeración (compresión, absorción, evaporación, etc.) y aplicar los sistemas de enfriamiento de agua.
- Dominar los métodos para el control de aire acondicionado (manual, automático y semiautomático).
- Interpretar correctamente las lecturas de los manómetros.
- Conocer y posiblemente aplicar los métodos para adición y remoción del aceite.
- Distinguir y aplicar los tipos de lubricante y conocer los diversos sistemas de lubricación.
- Ejercer funciones de supervisión a todo el sistema de refrigeración y aire acondicionado.
- Reparar cualquier desperfecto en circuitos enfriados por cualquier refrigerante y dar mantenimiento.
- Controlar, mediante diversos dispositivos, la temperatura, la humedad y la presión.
- Evaluar la eficacia de termostatos y presostatos.
- Aplicar métodos para detectar fugas.
- Verificar el funcionamiento de válvulas.
- Elaborar programas de mantenimiento preventivo en coordinación con el gerente de mantenimiento.
- Asegurarse del buen funcionamiento de cámaras de conservación, cámaras frías y congeladores.

- Verificar el correcto funcionamiento del aire acondicionado en oficinas y áreas públicas.
- Hacer con el gerente de mantenimiento, programas de ahorro de energía de los equipos de refrigeración y aire acondicionado.
- Enviar al jefe de mantenimiento informes del trabajo hecho.

4.4.4. Técnico electricista

Es responsable de las siguientes instalaciones eléctricas del club: equipo de alta tensión, equipo de baja tensión, red de alumbrado y contactos, red de fuerza, equipo eléctrico. Además debe poseer conocimientos y habilidades para interpretar planos y diagramas eléctricos y mecánicos.

Dentro de sus principales funciones podemos describir:

- Llevar a cabo la revisión del tablero general, gabinetes, interruptores, cuchillas, etc.
- Efectuar pruebas periódicas de la planta de emergencia.
- Verificar el funcionamiento del tablero de fuerza y alumbrado normal, así como el de los interruptores termomagnéticos.
- En redes de alumbrado y contactos, verificar la operación y mantenimiento de cada circuito así como protección mediante interruptores.
- A fin de tener un nivel lumínico eficaz, lo más próximo al original, debe limpiar y cambiar las unidades de iluminación con regularidad y reponer cada unidad que se funda. También es responsable de la reposición de conductores, interruptores, contactos, apagadores, etc., y de las modificaciones que puedan requerirse con el transcurso del tiempo.
- En redes de fuerza, verificar la operación de las líneas generales de alimentación a tableros, así como los circuitos de alimentación a motores y equipo en general.
- En equipo eléctrico, supervisar el funcionamiento y corregir fallas del equipo eléctrico utilizado en los departamentos del hotel. (licuadoras, aspiradoras,

cafeteras, refrigeradores, equipo de lavandería, tostadores, etc.) en los eventos especiales se encargan del equipo de sonido al igual que de la iluminación.

Referente al equipo de alta tensión tiene las siguientes funciones:

- Línea de acometida. Verificar el estado de cables, cuchillas, fusibles y aislamientos.
- Subestación. Verificar cargas y estado general (En ocasiones la compañía ECOPETROL suministradora de energía eléctrica puede proporcionar mantenimiento a este punto específico, de lo contrario realizarlo con contratistas especialistas en el ramo.)
- Gabinete de medición. Informar de fallas a la electrificadora por conducto del gerente de mantenimiento.
- Verificar el funcionamiento del interruptor y de sus bobinas de disparo por sobrecarga.
- Efectuar revisiones destinadas a dejar fuera de servicio un transformador y a restablecerlo. Estas pruebas se realizan periódicamente y son importantes si se debe desconectar un transformador.
- Transformadores. Supervisar la regularización del voltaje de baja tensión, a través del cambiador de tapas que se encuentra en la parte exterior.
- Revisar el nivel de aceite y reponer el faltante. Periódicamente, efectuar pruebas del aceite, si se ha acumulado humedad, ya que esta podría ocasionar corto circuito. (En ocasiones la compañía suministradora de energía puede proporcionar este servicio o el contratista especializado en el ramo.)
- Supervisar la temperatura de operación del transformador. En aquellos que tienen un termómetro exterior, medir la temperatura del aceite, y en caso de haber sobrecalentamiento, averiguar la causa y corregirla de inmediato.

- Conocer y manejar las herramientas propias de su oficio.

4.4.5. Técnico mecánico.

Capacitación técnica:

- Conocimiento específico del mantenimiento de instalaciones y equipos de su especialidad.
- Cursos periódicos técnico – prácticos en talleres, obras y fábricas.
- Conocimientos específicos acerca de controles eléctricos, electrónicos, neumáticos, mecánicos utilizados en su especialidad.
- Conocimientos de aplicación de equipos y materiales.
- Cursos teórico – prácticos de actualización tecnológica.

Capacitación administrativa:

- Principios de administración
- Organización del trabajo de su especialidad.
- Redacción de informes de trabajo y de instructivos.
- Conocimientos generales acerca de normas de seguridad e higiene en el trabajo.

4.4.6. Plomero

Entre las obligaciones principales del plomero se encuentran las siguientes:

- Evaluar la cantidad y la calidad de los materiales empleados.
- Conocer a la perfección el sistema de distribución de agua y drenaje de las instalaciones del club.
- Instalar y supervisar todo tipo de bomba de agua.
- Reparar fugas de agua. Gas y vapor.
- Hacer reparaciones de cualquier mueble de baño.

- Instalar todo tipo de válvulas.
- Soldar con estaño o plata.
- Destapar y corregir sobrecargas en el drenaje.
- Reparar filtros de agua.
- Interpretar planos.
- Analizar en coordinación con el gerente de mantenimiento la presión del agua.
- Interpretar y corregir el ph del agua.
- Elaborar en coordinación con el gerente de mantenimiento un plan de mantenimiento preventivo en instalaciones hidráulicas y sanitarias.

4.4.7. Pintor

Algunos de los conocimientos indispensables para desempeñarse como pintor son los siguientes:

- Conocer los diferentes tipos de pintura.
- Aplicar las técnicas para pintar.
- Aplicar los procedimientos necesarios para igualar colores.
- Conocer las técnicas para resanar.
- Saber empapelar y proteger los artículos que no deben pintarse.
- Establecer en coordinación con el gerente de mantenimiento, programas para pintar periódicamente determinadas áreas del hotel.

4.4.8. Jardinero

En cualquiera de los casos, las obligaciones principales de un jardinero son:

- Conocer las técnicas para el mantenimiento general de los jardines.
- Conocer las técnicas de plantado e irrigación y ponerla en práctica.
- Aplicar los fertilizantes e insecticidas adecuados.

- Realizar injertos.
- Efectuar trasplantes mediante la aplicación de técnicas especiales.
- Solicitar materiales al almacén general con autorización del gerente de mantenimiento.
- Establecer un programa que mantenga en condiciones óptimas las zonas verdes en general del club.

4.4.9. Piscinero

Es el encargado del tratamiento y cuidado del agua de la piscina y de sus instalaciones. El mantenimiento debe ser diario y periódico y consiste en:

- Revisar el sistema de filtros varias veces al día.
- Hacer la limpieza del área de la piscina durante las horas de menor ocupación.
- Aspirar el área interior de la piscina.
- Purificar diariamente el agua por medio de sustancias químicas. (cloro, sulfato de cobre, ácido muriático, etc.) a la misma hora en que se efectúa la limpieza.
- Ordenamiento de muebles del área de piscina.

De igual importancia es el mantenimiento periódico, como el siguiente:

- Vaciar el agua de la alberca aproximadamente cada seis meses.
- Limpiar paredes y pisos con cepillos y estropajos.
- Revisar el sistema de filtrado, boquilla, cajas de registros, iluminación subacuática y pintura en general.

4.5. DOCUMENTACION DEL MANTENIMIENTO

Es necesario tener registros que evidencien el cumplimiento de los requisitos de los diferentes numerales de la norma, por esta razón, fue necesario la creación y modificación de algunos formatos los cuales se detallan a continuación, para los siguientes equipos:


Tabla 7. Equipos del plan de mantenimiento

EQUIPO	CANTIDAD
AIRE ACONDICIONADO TIPO CASSETE	4
AIRE ACONDICIONADO DE VENTANA	5
AIRE ACONDICIONADO MINI SPLIT	27
AIRE ACONDICIONADO CENTRALIZADO	6
ENFRIADOR DE BEBIDAS	18
BOMBAS PISCINAS	8
BOMBAS CANCHA DE FUTBOL	4
TOTAL EQUIPOS	72

4.5.1. Formato de hoja de vida de máquinas y equipos

Cada equipo del club cuenta con su debida hoja de vida, archivos que reposan en las oficinas del club.

Tabla 8. Formato hoja de vida de equipos

	CLUB INFANTAS Nít. 890.270.109-0		Código FR-GI-01		Páginas 1 de 1	
			Versión 01		Aprobado: Gerente	
HOJA DE VIDA DE MAQUINAS Y EQUIPOS			Fecha Actualización 11 enero de 2018		Revisado: Representante de la dirección	
NOMBRE DEL EQUIPO:			CODIGO DEL ACTIVO:			
MARCA:		MODELO:		SERIE:		
CAPACIDAD:		UBICACION:	Revoluciones por minuto:		Máx.:	
APLICACION:						
COSTO:		POSEE MANUAL DE OPERACIONES:	SI		NO	VIDA UTIL DE EQUIPO:
TIPO DE MANTENIMIENTO			DESCRIPCION	FECHA	RESPONSABLE (trabajador o empresa)	FECHA PROXIMO MANTENI MIENTO
PRE VEN	PRE DIC.	COR REC				

4.5.2. Formato de programa de mantenimiento de equipos.

El programa de mantenimiento de equipos e infraestructura, se trabaja con el siguiente formato junto con los manuales de procedimientos y tareas de mantenimiento.

Tabla 9. Formato programa de Mantenimiento de equipos

		CLUB INFANTAS			Código: FR-GI-02		Páginas: 1											
		Nit. 890.270.109-0			Versión: 01		Aprobado: Gerente											
		PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS			Fecha de actualización:		Revisado:											
FECHA:					PERIODO:													
ELABORADO POR:					APROBADO POR:													
CODIGO DEL EQUIPO	NOMBRE MÁQUINA O EQUIPO	RESPONSABLE	MANTENIMIENTO			FECHA	CRONOGRAMA AÑO 2010											
			PREV.	PRED.	CORR.		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
						Programada												
						Ejecutada												
						Programada												
						Ejecutada												
						Programada												
						Ejecutada												
						Programada												
						Ejecutada												
						Programada												
						Ejecutada												

4.5.3. Formato de Orden de trabajo

Cada vez que se identifican tareas u operaciones por hacer se realiza un formato de orden de trabajo, realizada por el jefe de mantenimiento y entregada al personal encargado de ejecutarla.

Tabla 10. Formato Orden de trabajo

	CLUB INFANTAS		Código: FR-GI-04	Páginas: 1 de 1
	Nit. 890.270.109-0		Versión: 01	Aprobado: Gerencia
	ORDEN DE TRABAJO		Fecha de actualización: 11 enero de 2016	Revisado: Represent. de la dirección
FECHA:		No. REQUISICION	No. ORDEN COMPRA	TIPO DE TRABAJO:
AREA DE TRABAJO:		RESPONSABLE ASIGNADO:		<input type="checkbox"/> PISCINA
INICIO:	FINALIZA:	No. PERSONAS EJECUTORAS:		<input type="checkbox"/> ELECTRICO
				<input type="checkbox"/> ALBAÑILERÍA
				<input type="checkbox"/> CARPINTERIA
				<input type="checkbox"/> PLOMERÍA
				<input type="checkbox"/> OTROS
DESCRIPCION DEL TRABAJO A REALIZAR:				
RECURSOS REQUERIDOS (materiales y equipos en general)				
DESCRIPCION		CANTIDAD	UNID.	DESTINO
OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES:				
NOMBRE Y FIRMA DEL RESPONSABLE			AUTORIZACION DE SUPERVISOR	

4.5.3. Formato de reporte de mantenimiento preventivo

Al finalizar la ejecución del mantenimiento preventivo o correctivo, se debe diligenciar el siguiente formato, con el fin de ingresar los datos pertinentes en la base de datos de los equipos. Este formato debe ser revisado por el jefe de mantenimiento.

4.5.4. Análisis de criticidad de los equipos

Tabla 12. Análisis de Criticidad de los equipos

CODIGO	EQUIPO	UBICACION	CONSECUENCIA	FRECUENCIA		CRITICIDAD	Impacto operacional	Flexibilidad operacional	Costo de mantenimiento	Impacto en la seguridad y el medio ambiente
C1-1-ZS-SC	AIRE ACONDICIONADO CENTRALIZADO	SALON SOCIAL CUSIANA	21	1 o 2 fallas por año	2	SEMICRITICO	Impacta los niveles de calidad o productividad	existe opción de remplazo compartido	entre \$1.000.000 y \$2.000.000	Provoca un efecto ambiental cuyo efecto no viola las normas ambientales
CI-1-ZD-B	AIRE ACONDICIONADO CENTRALIZADO	ZONA DEPORTIVA BARES- BILLAR	37	entre 2 y 4 fallas por año	3	CRITICO	parada inmediata de un sector de la línea productiva	No existe opcion de producción o reemplazo.	entre \$1.000.000 y \$2.000.000	Provoca un efecto ambiental cuyo efecto no viola las normas ambientales
CI-1-ZS-SCIR	AIRE ACONDICIONADO CENTRALIZADO	SALON SOCIAL CIRAMA	37	entre 2 y 4 fallas por año	3	CRITICO	parada inmediata de un sector de la línea productiva	No existe opcion de producción o reemplazo.	entre \$1.000.000 y \$2.000.000	Provoca un efecto ambiental cuyo efecto no viola las normas ambientales
CI-1-ZS-SO	AIRE ACONDICIONADO CENTRALIZADO	SALON SOCIAL ORITO	37	entre 2 y 4 fallas por año	3	CRITICO	parada inmediata de un sector de la línea productiva	No existe opcion de producción o reemplazo.	entre \$1.000.000 y \$2.000.000	Provoca un efecto ambiental cuyo efecto no viola las normas ambientales

Continuación Tabla 12

GCB-1-ZD-SP	AIRE ACONDICIONADO CENTRALIZADO	ZONA DEPORTIVA	21	entre 2 y 4 fallas por año	3	SEMICRITICO	Impacta los niveles de calidad o productividad	existe opción de remplazo compartido	entre \$1.000.000 y \$2.000.000	Provoca un efecto ambiental cuyo efecto no viola las normas ambientales
CI-1-ZS-SCAS	AIRE ACONDICIONADO CENTRALIZADO	SALON SOCIAL CASTILLA	21	1 o 2 fallas por año	2	SEMICRITICO	Impacta los niveles de calidad o productividad	existe opción de remplazo compartido	entre \$1.000.000 y \$2.000.000	Provoca un efecto ambiental cuyo efecto no viola las normas ambientales
TRF01	TRANSFORMADOR 13,8 KV/ 220 V ET 175	OFICINAS Y SERV. GENERALES	42	2 o 4 Fallas por año	3	CRITICO	parada inmediata de un sector de la línea productiva	No existe opción de producción o reemplazo.	entre \$2.000.000 y \$5.000.000	Provoca un efecto ambiental cuyo efecto no viola las normas ambientales
TRF02	TRANSFORMADOR 13,8 KV/ 220 V ET 175	ZONA DEPOTIVA Y SERV. GENERALES	21	1 o 2 fallas por año	2	SEMICRITICO	Impacta los niveles de calidad o productividad	existe opción de remplazo compartido	entre \$1.000.000 y \$2.000.000	Provoca un efecto ambiental cuyo efecto no viola las normas ambientales
TRF03	TRANSFORMADOR 13,8 KV / 480 V ET 175	SALON CUSIANA	21	1 o 2 fallas por año	2	SEMICRITICO	Impacta los niveles de calidad o productividad	existe opción de remplazo compartido	entre \$1.000.000 y \$2.000.000	Provoca un efecto ambiental cuyo efecto no viola las normas ambientales

Continuación Tabla 12

TRF04	TRANSFORMADOR 13,8 KV / 480 V ET 175	PISCINAS	42	2 o 4 Fallas por año	3	CRITICO	parada inmediata de un sector de la línea productiva	No existe opción de producción y no existe función de remplazo	entre \$2.000.000 y \$5.000.000	Provoca un efecto ambiental cuyo efecto no viola las normas ambientales
TRF05	TRANSFORMADOR 13,8 KV / 220 V SUBESTACION AEREA	ZONA DEPORTIVA (BILLARES Y CANCHAS)	26	1 o 2 fallas por año	2	SEMICRITICO	Impacta los niveles de calidad o productividad	existe opción de remplazo compartido	entre \$2.000.000 y \$5.000.000	Provoca un efecto ambiental cuyo efecto no viola las normas ambientales
TRF06	TRANSFORMADOR 13,8 KV / 220 V SUBESTACION AEREA	ZONA DEPORTIVA (PATINODROMO)	26	1 o 2 fallas por año	2	SEMICRITICO	Impacta los niveles de calidad o productividad	No existe opción de producción y no existe función de remplazo	entre \$2.000.000 y \$5.000.000	Provoca un efecto ambiental cuyo efecto no viola las normas ambientales
GCB-8-PIS-CPS-PN	BOMBA PISCINA RECREATIVA NIÑOS	PARQUE ACUATICO	37	entre 2 y 4 fallas por año	3	CRITICO	parada inmediata de un sector de la línea productiva	No existe opción de producción y no existe función de remplazo	entre \$1.000.000 y \$2.000.000	Provoca un efecto ambiental cuyo efecto no viola las normas ambientales
GCB-8-PIS-CMPS-03	BOMBA TOBOGAN	PARQUE ACUATICO	37	entre 2 y 4 fallas por año	3	CRITICO	parada inmediata de un sector de la línea productiva	No existe opción de producción y no existe función de remplazo	entre \$1.000.000 y \$2.000.000	Provoca un efecto ambiental cuyo efecto no viola las normas ambientales
GCB-8-PIS-CMPS-04	BOMBA PISCINA SEMIOLIMPICA	PARQUE ACUATICO	37	entre 2 y 4 fallas por año	3	CRITICO	parada inmediata de un sector de la línea productiva	No existe opción de producción y no existe función de remplazo	entre \$1.000.000 y \$2.000.000	Provoca un efecto ambiental cuyo efecto no viola las normas ambientales

Continuación Tabla 12

GSB-8-PISC-CMPR-05	BOMBA TOBOGAN 1	PARQUE ACUATICO	37	entre 2 y 4 fallas por año	3	CRITICO	parada inmediata de un sector de la línea productiva	No existe opción de producción y no existe función de remplazo	entre \$1.000.000 y \$2.000.000	Provoca un efecto ambiental cuyo efecto no viola las normas ambientales
GCB-8-PISC-CMPT-06	BOMBA TOBOGAN 2	PARQUE ACUATICO	37	entre 2 y 4 fallas por año	3	CRITICO	parada inmediata de un sector de la línea productiva	No existe opción de producción y no existe función de remplazo	entre \$1.000.000 y \$2.000.000	Provoca un efecto ambiental cuyo efecto no viola las normas ambientales
CI-8-PISC-CMPR-07	BOMBA AUX. RECREATIVA	PARQUE ACUATICO	37	entre 2 y 4 fallas por año	3	CRITICO	parada inmediata de un sector de la línea productiva	No existe opción de producción y no existe función de remplazo	entre \$1.000.000 y \$2.000.000	Provoca un efecto ambiental cuyo efecto no viola las normas ambientales
GCB-8-PN	PISCINA NIÑOS	PARQUE ACUATICO	33	1 o 2 fallas por año	1	NO CRITICO	parada inmediata de un sector de la línea productiva	No existe opción de producción y no existe función de remplazo	entre \$ 0 y \$1.000.000	Provoca un efecto ambiental cuyo efecto no viola las normas ambientales
GCB-8-PT	PISCINA TOBOGAN	PARQUE ACUATICO	33	1 o 2 fallas por año	1	NO CRITICO	parada inmediata de un sector de la línea productiva	No existe opción de producción y no existe función de remplazo	entre \$ 0 y \$1.000.000	Provoca un efecto ambiental cuyo efecto no viola las normas ambientales
GCB-8-PSO	PISCINA SEMIOLIMPICA	PARQUE ACUATICO	21	1 o 2 fallas por año	1	NO CRITICO	parada inmediata de un sector de la línea productiva	existe opción de remplazo compartido	entre \$ 0 y \$1.000.000	Provoca un efecto ambiental cuyo efecto no viola las normas ambientales

Continuación Tabla 12

GCB-8-PR	PISCINA RECREATIVA	PARQUE ACUATICO	21	1 o 2 fallas por año	1	NO CRITICO	parada inmediata de un sector de la línea productiva	existe opción de remplazo compartido	entre \$ 0 y \$1.000.000	Provoca un efecto ambiental cuyo efecto no viola las normas ambientales
CI-EST-TOB-01	TOBOGAN	ESTRUCTURA TOBOGAN	30	1 o 2 fallas por año	1	NO CRITICO	parada inmediata de un sector de la línea productiva	existe opción de remplazo compartido	entre \$2.000.000 y \$5.000.000	Provoca un efecto ambiental cuyo efecto no viola las normas ambientales
CI-EST-TOB-02	TOBOGAN	ESTRUCTURA TOBOGAN	30	1 o 2 fallas por año	1	NO CRITICO	parada inmediata de un sector de la línea productiva	existe opción de remplazo compartido	entre \$2.000.000 y \$5.000.000	Provoca un efecto ambiental cuyo efecto no viola las normas ambientales
CI-ESTM-ED	ESTRUCTURAS METALICAS ESCENARIOS DEPORTIVOS	ESCENARIOS DEPORTIVOS	30	menos de 1 falla por año	1	NO CRITICO	parada inmediata de un sector de la línea productiva	No existe opción de producción y no existe función de remplazo	entre \$1.000.000 y \$2.000.000	Provoca un efecto ambiental cuyo efecto no viola las normas ambientales
CI-ESTC-ED	ESTRUCTURAS CONCRETO ESCENARIOS DEPORTIVOS	ESCENARIOS DEPORTIVOS	30	menos de 1 falla por año	1	NO CRITICO	parada inmediata de un sector de la línea productiva	No existe opción de producción y no existe función de remplazo	entre \$1.000.000 y \$2.000.000	Provoca un efecto ambiental cuyo efecto no viola las normas ambientales

4.5.5. Lista de tareas de equipos

Tabla 13. Lista de Tareas Bombas

TAG	Ubicación	Disciplina	Tipo Tarea	Tarea de Mantenimiento	Modo de falla	Ejecutor	Frec. anual	Frecuencia
GCB-8-PIS-CPS-PN01	BOMBA PISCINA DE LOS NIÑOS	R	TBT	CHEQUEAR VARIABLE (Q, N, P, T)	falla rodamientos bomba	OPERADOR	D1	Una vez por día
				PROGRAMA DE TRIBOLOGIA DEL OPERADOR	falla rodamiento motor	OPERADOR	W1	Cada semana
				PROGRAMA DE TRIBOLOGIA DEL OPERADOR	falla rodamientos	OPERADOR	W1	Cada semana
				PROGRAMA DE TRIBOLOGIA DEL OPERADOR	falla lubricacion	OPERADOR	W1	Cada semana
			CMT	CHEQUEAR VARIABLE (Q, N, P, T)	falla rodamiento motor	OPERADOR	S1	Una vez por turno [2 x 8]
				CHEQUEAR VARIABLE (Q, N, P, T)	falla rotor-estator motor	OPERADOR	W1	Cada semana
				PROGRAMA DE TRIBOLOGIA DEL OPERADOR	falla rotor-estator motor	OPERADOR	W1	Cada semana
				PROGRAMA DE TRIBOLOGIA DEL OPERADOR	falla de lubricación motor	OPERADOR	W1	Cada semana
CBT	CAMBIO DE ACEITE SEGUN CONDICION	falla lubricacion	OPERADOR	M1	Cada mes			
Continuación Tabla 13 CI-8-PISC-CMPR-07	BOMBA AUXILIAR RECREATIVA	R	TBT	CHEQUEAR VARIABLE (Q, N, P, T)	falla rodamientos bomba	OPERADOR	D1	Una vez por día
				PROGRAMA DE TRIBOLOGIA DEL OPERADOR	falla rodamiento motor	OPERADOR	W1	Cada semana
				PROGRAMA DE TRIBOLOGIA DEL OPERADOR	falla rodamientos	OPERADOR	W1	Cada semana
				PROGRAMA DE TRIBOLOGIA DEL OPERADOR	falla lubricacion	OPERADOR	W1	Cada semana
			CMT	CHEQUEAR VARIABLE (Q, N, P, T)	falla rodamiento motor	OPERADOR	S1	Una vez por turno [2 x 8]
				CHEQUEAR VARIABLE (Q, N, P, T)	falla rotor-estator motor	OPERADOR	W1	Cada semana
				PROGRAMA DE TRIBOLOGIA DEL OPERADOR	falla rotor-estator motor	OPERADOR	W1	Cada semana
				PROGRAMA DE TRIBOLOGIA DEL OPERADOR	falla de lubricación motor	OPERADOR	W1	Cada semana
CBT	CAMBIO DE ACEITE SEGUN CONDICION	falla lubricacion	OPERADOR	M1	Cada mes			
GCB-8-PISC-CMPT-06	BOMBA		TBT	CHEQUEAR VARIABLE (Q, N, P, T)	falla rodamientos	OPERADOR	D1	Una vez por día

	TOBOGAN 2				bomba					
				PROGRAMA DE TRIBOLOGIA DEL OPERADOR	falla rodamiento motor	OPERADOR	W1	Cada semana		
				PROGRAMA DE TRIBOLOGIA DEL OPERADOR	falla rodamientos	OPERADOR	W1	Cada semana		
				PROGRAMA DE TRIBOLOGIA DEL OPERADOR	falla lubricacion	OPERADOR	W1	Cada semana		
		R	CMT	CHEQUEAR VARIABLE (Q, N, P, T)	falla rodamiento motor	OPERADOR	S1	Una vez por turno [2 x 8]		
					CHEQUEAR VARIABLE (Q, N, P, T)	falla rotor-estator motor	OPERADOR	W1	Cada semana	
					PROGRAMA DE TRIBOLOGIA DEL OPERADOR	falla rotor-estator motor	OPERADOR	W1	Cada semana	
					PROGRAMA DE TRIBOLOGIA DEL OPERADOR	falla de lubricación motor	OPERADOR	W1	Cada semana	
			CBT	CAMBIO DE ACEITE SEGUN CONDICION	falla lubricacion	OPERADOR	M1	Cada mes		
CI-8-PISC-CMPR-05	BOMBA TOBOGAN 1	R	TBT	CHEQUEAR VARIABLE (Q, N, P, T)	falla rodamientos bomba	OPERADOR	D1	Una vez por dia		
				PROGRAMA DE TRIBOLOGIA DEL OPERADOR	falla rodamiento motor	OPERADOR	W1	Cada semana		
				PROGRAMA DE TRIBOLOGIA DEL OPERADOR	falla rodamientos	OPERADOR	W1	Cada semana		
				PROGRAMA DE TRIBOLOGIA DEL OPERADOR	falla lubricacion	OPERADOR	W1	Cada semana		
				CMT	CHEQUEAR VARIABLE (Q, N, P, T)	falla rodamiento motor	OPERADOR	S1	Una vez por turno [2 x 8]	
					CHEQUEAR VARIABLE (Q, N, P, T)	falla rotor-estator motor	OPERADOR	W1	Cada semana	
					PROGRAMA DE TRIBOLOGIA DEL OPERADOR	falla rotor-estator motor	OPERADOR	W1	Cada semana	
					PROGRAMA DE TRIBOLOGIA DEL OPERADOR	falla de lubricación motor	OPERADOR	W1	Cada semana	
					CBT	CAMBIO DE ACEITE SEGUN CONDICION	falla lubricacion	OPERADOR	M1	Cada mes
			CI-8-PISC-CMPR-02	BOMBA PISCINA RECREATIVA	R	TBT	CHEQUEAR VARIABLE (Q, N, P, T)	falla rodamientos bomba	OPERADOR	D1
PROGRAMA DE TRIBOLOGIA DEL OPERADOR	falla rodamiento motor	OPERADOR					W1	Cada semana		
PROGRAMA DE TRIBOLOGIA DEL OPERADOR	falla rodamientos	OPERADOR					W1	Cada semana		
PROGRAMA DE TRIBOLOGIA DEL OPERADOR	falla lubricacion	OPERADOR					W1	Cada semana		
	CMT	CHEQUEAR VARIABLE (Q, N, P, T)				falla rodamiento motor	OPERADOR	S1	Una vez por turno [2 x 8]	
		CHEQUEAR VARIABLE (Q, N, P, T)				falla rotor-estator motor	OPERADOR	W1	Cada semana	
		PROGRAMA DE TRIBOLOGIA DEL OPERADOR				falla rotor-estator motor	OPERADOR	W1	Cada semana	

Continuación Tabla 13

				PROGRAMA DE TRIBOLOGIA DEL OPERADOR	falla de lubricación motor	OPERADOR	W1	Cada semana
			CBT	CAMBIO DE ACEITE SEGUN CONDICION	falla lubricacion	OPERADOR	M1	Cada mes
GCB-8-PIS-CMPS-03	BOMBA TOBOGAN	R	TBT	CHEQUEAR VARIABLE (Q, N, P, T)	falla rodamientos bomba	OPERADOR	D1	Una vez por dia
				PROGRAMA DE TRIBOLOGIA DEL OPERADOR	falla rodamiento motor	OPERADOR	W1	Cada semana
				PROGRAMA DE TRIBOLOGIA DEL OPERADOR	falla rodamientos	OPERADOR	W1	Cada semana
				PROGRAMA DE TRIBOLOGIA DEL OPERADOR	falla lubricacion	OPERADOR	W1	Cada semana
			CMT	CHEQUEAR VARIABLE (Q, N, P, T)	falla rodamiento motor	OPERADOR	S1	Una vez por turno [2 x 8]
				CHEQUEAR VARIABLE (Q, N, P, T)	falla rotor-estator motor	OPERADOR	W1	Cada semana
				PROGRAMA DE TRIBOLOGIA DEL OPERADOR	falla rotor-estator motor	OPERADOR	W1	Cada semana
				PROGRAMA DE TRIBOLOGIA DEL OPERADOR	falla de lubricación motor	OPERADOR	W1	Cada semana
CBT	CAMBIO DE ACEITE SEGUN CONDICION	falla lubricacion	OPERADOR	M1	Cada mes			
GCB-8-PIS-CMPS-04	BOMBA SEMIOLIMPICA		TBT	CHEQUEAR VARIABLE (Q, N, P, T)	falla rodamientos bomba	OPERADOR	D1	Una vez por dia
				PROGRAMA DE TRIBOLOGIA DEL OPERADOR	falla rodamiento motor	OPERADOR	W1	Cada semana
				PROGRAMA DE TRIBOLOGIA DEL OPERADOR	falla rodamientos	OPERADOR	W1	Cada semana
				PROGRAMA DE TRIBOLOGIA DEL OPERADOR	falla lubricacion	OPERADOR	W1	Cada semana
		R	CMT	CHEQUEAR VARIABLE (Q, N, P, T)	falla rodamiento motor	OPERADOR	S1	Una vez por turno [2 x 8]
				CHEQUEAR VARIABLE (Q, N, P, T)	falla rotor-estator motor	OPERADOR	W1	Cada semana
				PROGRAMA DE TRIBOLOGIA DEL OPERADOR	falla rotor-estator motor	OPERADOR	W1	Cada semana
				PROGRAMA DE TRIBOLOGIA DEL OPERADOR	falla de lubricación motor	OPERADOR	W1	Cada semana
CBT	CAMBIO DE ACEITE SEGUN CONDICION	falla lubricacion	OPERADOR	M1	Cada mes			

Tabla 14. Lista de tareas Aire acondicionado

TAG	Disciplina	Tipo Tarea	Tarea de Mantenimiento	Modo de falla	Ejecutor	Frec. anual	Frecuencia
UNIDAD MANEJADORA DE AIRES CENTRALIZADOS	R	CMT	LIMPIEZA EXTERIOR GENERAL.	Corrosión	AUX. SERVICIO	S1	semanal
			LIMPIEZA DE FILTROS	Saturación por condición	AUX. SERVICIO	S1	semanal
			ENGRASE DE RODAMIENTOS Y DEMÁS PARTES QUE LO REQUIERAN.	falla de lubricación	AUX. SERVICIO	M1	Mensual
			AJUSTE DE ROTORES (VENTILADORES) Y CHUMACERAS.	Vibraciones del equipo	ELECTRICISTA	M2	Bimensual
			REVISIÓN GENERAL DE RODAMIENTOS DEL MOTOR Y DE CHUMACERAS.	Vibraciones y aumentos de temperatura	ELECTRICISTA	S1	Semanal
		RTF	REVISIÓN DE TABLEROS ELECTRICOS Y DE DISTRIBUCION	Perdida de aislamiento eléctrico	ELECTRICIDAD	M2	BIMENSUAL
		CMT	INSPECCIÓN ELÉCTRICA DEL MOTOR Y SENTIDO DE GIRO DE LOS VENTILADORES.	falla rodamiento motor	ELECTRICISTA	M6	semestral
			MEDICIÓN DE LOS CONSUMOS DE CORRIENTE.	falla rodamientos engranaje	ELECTRICISTA	M1	mensual
			REVISIÓN DE CONEXIONES Y TEMPERATURA.	falla de lubricación motor	ELECTRICISTA	M1	mensual
			INSPECCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE VÁLVULAS DE EXPANSIÓN.	falla rodamientos engranaje	ELECTRICISTA	S1	Una vez por turno [2 x 8]
			LIMPIEZA DE SERPENTÍN Y MEDICIÓN DE TEMPERATURAS DE ENTRADA Y SALIDA.	falla de lubricación motor	ELECTRICISTA	S1	Una vez por turno [2x 8]
			INSPECCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE DESAGÜES Y LIMPIEZA DE LOS MISMOS.	falla rotor-estator motor	ELECTRICISTA	S1	Una vez por turno [2 x 8]
			VERIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE ALARMAS.	falla ventilador motor	ELECTRICISTA	S1	Una vez por turno [2x 8]
			REVISIÓN Y LIMPIEZA DE FILTROS DE AIRE SI ES REQUERIDO.	falla reductor	ELECTRICISTA	S1	Una vez por turno [2 x 8]
TERMOGRAFIA SEGUN PROGRAMA	falla de casilla motor	SUP MANTENIMIENTO	6M	Cada seis meses			

Tabla 15. Lista de tareas infraestructura.

TAG	Ubicación	Disciplina	Tipo Tarea	Tarea de Mantenimiento	Modo de falla	Ejecutor	Frec. Anual	Frecuencia
TRF01	OFICINAS	E	TBT	ANALIZAR ACEITE SEGUN PROGRAMA	escape de aceite transformador	ELECTRICIDAD	1Y	Cada año
				ANALIZAR ACEITE SEGUN PROGRAMA	aceite contaminado	ELECTRICIDAD	5Y	Cada año
				INSPECCIONAR SEGUN PROGRAMA	falla aislamiento	ELECTRICIDAD	5Y	Cada cinco años
				INSPECCIONAR SEGUN PROGRAMA	falla interruptor	ELECTRICIDAD	5Y	Cada cinco años
				INSPECCIONAR SEGUN PROGRAMA	falla cable alimentación	ELECTRICIDAD	5Y	Cada cinco años
				INSPECCIONAR SEGUN PROGRAMA	falla de protección	ELECTRICIDAD	6M	Cada seis meses
				INSPECCIONAR SEGUN PROGRAMA	escape de aceite transformador	ELECTRICIDAD	6M	Cada seis meses
				INSPECCIONAR SEGUN PROGRAMA	aceite contaminado	ELECTRICIDAD	6M	Cada seis meses
				REPARAR/REEMPLAZAR SEGUN PROGRAMA	falla cable alimentación	ELECTRICIDAD	5T/A	Cada cinco Paradas por IG [Usuario]
			CMT	TERMOGRAFIA SEGUN PROGRAMA	falla aislamiento	ELECTRICIDAD	6M	Cada seis meses
			CBT	REPARAR/REEMPLAZAR SEGUN CONDICION	falla aislamiento	ELECTRICIDAD	10Y	Cada diez años
				REPARAR/REEMPLAZAR SEGUN CONDICION	falla de protección	ELECTRICIDAD	10Y	Cada diez años
				REPARAR/REEMPLAZAR SEGUN CONDICION	falla interruptor	ELECTRICIDAD	10Y	Cada diez años
				REPARAR/REEMPLAZAR SEGUN CONDICION	aceite contaminado	ELECTRICIDAD	3Y	Cada tres años
				REPARAR/REEMPLAZAR SEGUN CONDICION	falla cable alimentación	ELECTRICIDAD	ASN	Según necesidad [Usuario]
REPARAR/REEMPLAZAR SEGUN CONDICION	escape de aceite transformador	ELECTRICIDAD		T/A	Cada Parada por IG [Usuario]			
TRF02	SALONES SOCIALES	E	TBT	ANALIZAR ACEITE SEGUN PROGRAMA	escape de aceite transformador	ELECTRICIDAD	1Y	Cada año
				ANALIZAR ACEITE SEGUN PROGRAMA	aceite contaminado	ELECTRICIDAD	1Y	Cada año
				INSPECCIONAR SEGUN PROGRAMA	falla aislamiento	ELECTRICIDAD	5Y	Cada cinco años
				INSPECCIONAR SEGUN PROGRAMA	falla interruptor	ELECTRICIDAD	5Y	Cada cinco años
				INSPECCIONAR SEGUN PROGRAMA	falla cable alimentación	ELECTRICIDAD	5Y	Cada cinco años
				INSPECCIONAR SEGUN PROGRAMA	falla de protección	ELECTRICIDAD	6M	Cada seis meses

Continuación Tabla 15

				INSPECCIONAR SEGUN PROGRAMA	escape de aceite transformador	ELECTRICIDAD	6M	Cada seis meses			
				INSPECCIONAR SEGUN PROGRAMA	aceite contaminado	ELECTRICIDAD	6M	Cada seis meses			
				REPARAR/REEMPLAZAR SEGUN PROGRAMA	falla cable alimentación	ELECTRICIDAD	4T/A	Cada cuatro Paradas por IG [Usuario]			
			CMT	TERMOGRAFIA SEGUN PROGRAMA	falla aislamiento	ELECTRICIDAD	6M	Cada seis meses			
			CBT	REPARAR/REEMPLAZAR SEGUN CONDICION	falla aislamiento	ELECTRICIDAD	10Y	Cada diez años			
				REPARAR/REEMPLAZAR SEGUN CONDICION	falla de protección	ELECTRICIDAD	10Y	Cada diez años			
				REPARAR/REEMPLAZAR SEGUN CONDICION	falla interruptor	ELECTRICIDAD	10Y	Cada diez años			
				REPARAR/REEMPLAZAR SEGUN CONDICION	aceite contaminado	ELECTRICIDAD	3Y	Cada tres años			
				REPARAR/REEMPLAZAR SEGUN CONDICION	falla cable alimentación	ELECTRICIDAD	ASN	Según necesidad [Usuario]			
			REPARAR/REEMPLAZAR SEGUN CONDICION	escape de aceite transformador	ELECTRICIDAD	T/A	Cada Parada por IG [Usuario]				
			TRF03	UNIDADES DE AIRE ACONDICIONADOS BLOQUE I	E	TBT	ANALIZAR ACEITE SEGUN PROGRAMA	escape de aceite transformador	ELECTRICIDAD	1Y	Cada año
							ANALIZAR ACEITE SEGUN PROGRAMA	aceite contaminado	ELECTRICIDAD	1Y	Cada año
							INSPECCIONAR SEGUN PROGRAMA	falla aislamiento	ELECTRICIDAD	5Y	Cada cinco años
							INSPECCIONAR SEGUN PROGRAMA	falla interruptor	ELECTRICIDAD	5Y	Cada cinco años
							INSPECCIONAR SEGUN PROGRAMA	falla cable alimentación	ELECTRICIDAD	5Y	Cada cinco años
INSPECCIONAR SEGUN PROGRAMA	falla de protección	ELECTRICIDAD					6M	Cada seis meses			
INSPECCIONAR SEGUN PROGRAMA	escape de aceite transformador	ELECTRICIDAD					6M	Cada seis meses			
INSPECCIONAR SEGUN PROGRAMA	aceite contaminado	ELECTRICIDAD					6M	Cada seis meses			
REPARAR/REEMPLAZAR SEGUN PROGRAMA	falla cable alimentación	ELECTRICIDAD				4T/A	Cada cuatro Paradas por IG [Usuario]				
CMT	TERMOGRAFIA SEGUN PROGRAMA	falla aislamiento				ELECTRICIDAD	6M	Cada seis meses			
CBT	REPARAR/REEMPLAZAR SEGUN CONDICION	falla aislamiento				ELECTRICIDAD	10Y	Cada diez años			
	REPARAR/REEMPLAZAR SEGUN CONDICION	falla de protección				ELECTRICIDAD	10Y	Cada diez años			
	REPARAR/REEMPLAZAR SEGUN CONDICION	falla interruptor				ELECTRICIDAD	10Y	Cada diez años			
	REPARAR/REEMPLAZAR SEGUN CONDICION	aceite contaminado				ELECTRICIDAD	3Y	Cada tres años			
	REPARAR/REEMPLAZAR SEGUN CONDICION	falla cable alimentación				ELECTRICIDAD	ASN	Según necesidad [Usuario]			

Continuación Tabla 15

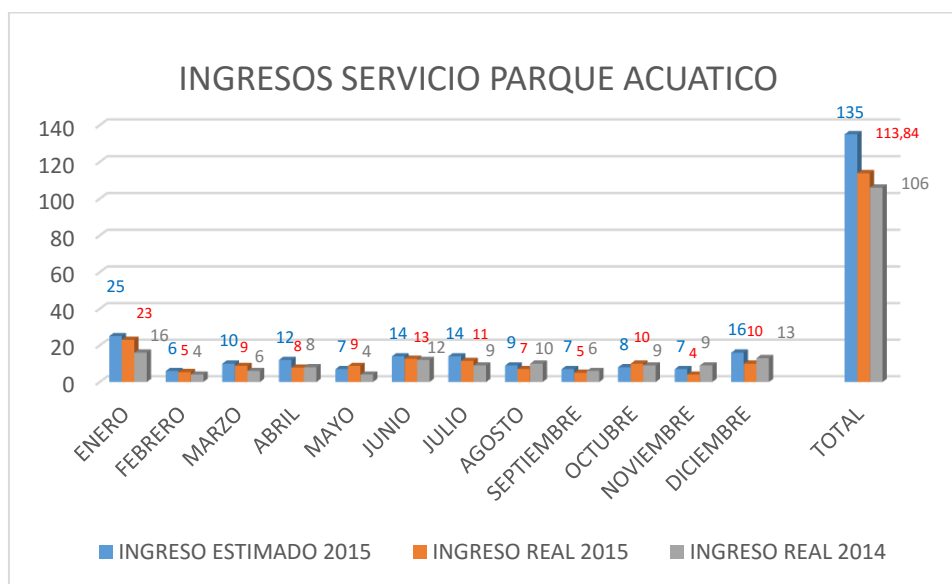
				REPARAR/REEMPLAZAR SEGUN CONDICION	escape de aceite transformador	ELECTRICIDAD	T/A	Cada Parada por IG [Usuario]
TRF04	UNIDADES DE AIRE ACONDICIONADOS BLOQUE II	E	TBT	ANALIZAR ACEITE SEGUN PROGRAMA	escape de aceite transformador	ELECTRICIDAD	1Y	Cada año
				ANALIZAR ACEITE SEGUN PROGRAMA	aceite contaminado	ELECTRICIDAD	1Y	Cada año
				INSPECCIONAR SEGUN PROGRAMA	falla aislamiento	ELECTRICIDAD	5Y	Cada cinco años
				INSPECCIONAR SEGUN PROGRAMA	falla interruptor	ELECTRICIDAD	5Y	Cada cinco años
				INSPECCIONAR SEGUN PROGRAMA	falla cable alimentación	ELECTRICIDAD	5Y	Cada cinco años
				INSPECCIONAR SEGUN PROGRAMA	falla de protección	ELECTRICIDAD	6M	Cada seis meses
				INSPECCIONAR SEGUN PROGRAMA	escape de aceite transformador	ELECTRICIDAD	6M	Cada seis meses
				INSPECCIONAR SEGUN PROGRAMA	aceite contaminado	ELECTRICIDAD	6M	Cada seis meses
			REPARAR/REEMPLAZAR SEGUN PROGRAMA	falla cable alimentación	ELECTRICIDAD	4T/A	Cada cuatro Paradas por IG [Usuario]	
			CMT	TERMOGRAFIA SEGUN PROGRAMA	falla aislamiento	ELECTRICIDAD	6M	Cada seis meses
			CBT	REPARAR/REEMPLAZAR SEGUN CONDICION	falla aislamiento	ELECTRICIDAD	10Y	Cada diez años
				REPARAR/REEMPLAZAR SEGUN CONDICION	falla de protección	ELECTRICIDAD	10Y	Cada diez años
				REPARAR/REEMPLAZAR SEGUN CONDICION	falla interruptor	ELECTRICIDAD	10Y	Cada diez años
REPARAR/REEMPLAZAR SEGUN CONDICION	aceite contaminado	ELECTRICIDAD		3Y	Cada tres años			
REPARAR/REEMPLAZAR SEGUN CONDICION	falla cable alimentación	ELECTRICIDAD		ASN	Según necesidad [Usuario]			
REPARAR/REEMPLAZAR SEGUN CONDICION	escape de aceite transformador	ELECTRICIDAD		T/A	Cada Parada por IG [Usuario]			
TRF05	ZONA DEPORTIVA	E	TBT	ANALIZAR ACEITE SEGUN PROGRAMA	escape de aceite transformador	ELECTRICIDAD	1Y	Cada año
				ANALIZAR ACEITE SEGUN PROGRAMA	aceite contaminado	ELECTRICIDAD	1Y	Cada año
				INSPECCIONAR SEGUN PROGRAMA	falla aislamiento	ELECTRICIDAD	5Y	Cada cinco años
				INSPECCIONAR SEGUN PROGRAMA	falla interruptor	ELECTRICIDAD	5Y	Cada cinco años
				INSPECCIONAR SEGUN PROGRAMA	falla cable alimentación	ELECTRICIDAD	5Y	Cada cinco años
				INSPECCIONAR SEGUN PROGRAMA	falla de protección	ELECTRICIDAD	6M	Cada seis meses
				INSPECCIONAR SEGUN PROGRAMA	escape de aceite transformador	ELECTRICIDAD	6M	Cada seis meses
				INSPECCIONAR SEGUN PROGRAMA	aceite contaminado	ELECTRICIDAD	6M	Cada seis meses

				REPARAR/REEMPLAZAR SEGUN PROGRAMA	falla cable alimentación	ELECTRICIDAD	4T/A	Cada cuatro Paradas por IG [Usuario]
			CMT	TERMOGRAFIA SEGUN PROGRAMA	falla aislamiento	ELECTRICIDAD	6M	Cada seis meses
			CBT	REPARAR/REEMPLAZAR SEGUN CONDICION	falla aislamiento	ELECTRICIDAD	10Y	Cada diez años
				REPARAR/REEMPLAZAR SEGUN CONDICION	falla de protección	ELECTRICIDAD	10Y	Cada diez años
				REPARAR/REEMPLAZAR SEGUN CONDICION	falla interruptor	ELECTRICIDAD	10Y	Cada diez años
				REPARAR/REEMPLAZAR SEGUN CONDICION	aceite contaminado	ELECTRICIDAD	3Y	Cada tres años
				REPARAR/REEMPLAZAR SEGUN CONDICION	falla cable alimentación	ELECTRICIDAD	ASN	Según necesidad [Usuario]
				REPARAR/REEMPLAZAR SEGUN CONDICION	escape de aceite transformador	ELECTRICIDAD	T/A	Cada Parada por IG [Usuario]
TRF06	ZONA DEPORTIVA	E	TBT	ANALIZAR ACEITE SEGUN PROGRAMA	escape de aceite transformador	ELECTRICIDAD	1Y	Cada año
				ANALIZAR ACEITE SEGUN PROGRAMA	aceite contaminado	ELECTRICIDAD	1Y	Cada año
				INSPECCIONAR SEGUN PROGRAMA	falla aislamiento	ELECTRICIDAD	5Y	Cada cinco años
				INSPECCIONAR SEGUN PROGRAMA	falla interruptor	ELECTRICIDAD	5Y	Cada cinco años
				INSPECCIONAR SEGUN PROGRAMA	falla cable alimentación	ELECTRICIDAD	5Y	Cada cinco años
				INSPECCIONAR SEGUN PROGRAMA	falla de protección	ELECTRICIDAD	6M	Cada seis meses
				INSPECCIONAR SEGUN PROGRAMA	escape de aceite transformador	ELECTRICIDAD	6M	Cada seis meses
				INSPECCIONAR SEGUN PROGRAMA	aceite contaminado	ELECTRICIDAD	6M	Cada seis meses
				REPARAR/REEMPLAZAR SEGUN PROGRAMA	falla cable alimentación	ELECTRICIDAD	4T/A	Cada cuatro Paradas por IG [Usuario]
			CMT	TERMOGRAFIA SEGUN PROGRAMA	falla aislamiento	ELECTRICIDAD	6M	Cada seis meses
			CBT	REPARAR/REEMPLAZAR SEGUN CONDICION	falla aislamiento	ELECTRICIDAD	10Y	Cada diez años
				REPARAR/REEMPLAZAR SEGUN CONDICION	falla de protección	ELECTRICIDAD	10Y	Cada diez años
				REPARAR/REEMPLAZAR SEGUN CONDICION	falla interruptor	ELECTRICIDAD	10Y	Cada diez años
				REPARAR/REEMPLAZAR SEGUN CONDICION	aceite contaminado	ELECTRICIDAD	3Y	Cada tres años
				REPARAR/REEMPLAZAR SEGUN CONDICION	falla cable alimentación	ELECTRICIDAD	ASN	Según necesidad [Usuario]
				REPARAR/REEMPLAZAR SEGUN CONDICION	escape de aceite transformador	ELECTRICIDAD	T/A	Cada Parada por IG [Usuario]

4.6. IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO EN LOS INGRESOS DEL CLUB

La importancia de la disponibilidad de cada uno de los equipos o infraestructura es muy importante para el sostenimiento económico del club, ya que de estos depende una buena prestación del servicio en el alquiler de los salones sociales, canchas, piscinas, gimnasio, entre otros. Es por ello que a continuación se muestra un breve detalle del impacto.

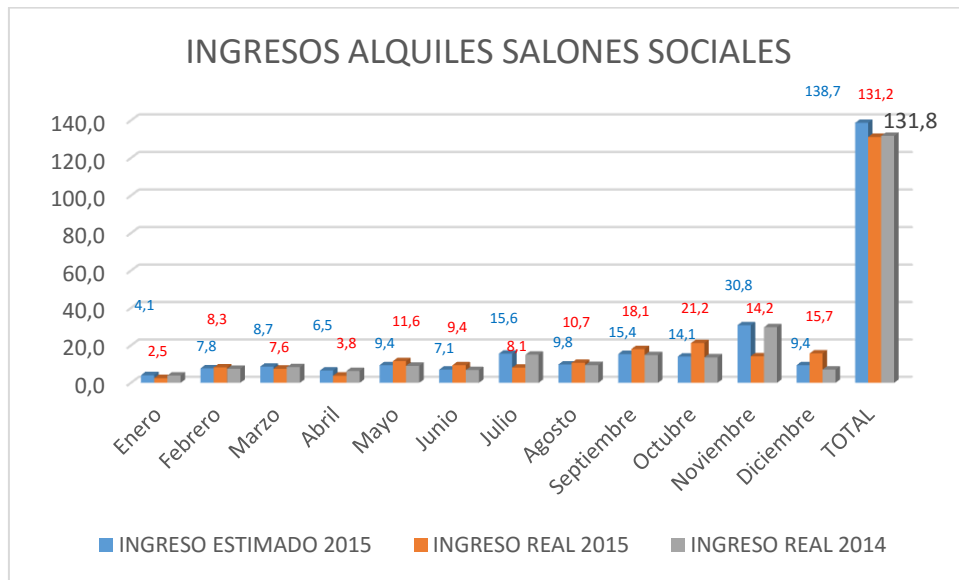
4.6.1. Parque acuático



Los ingresos por la venta de entradas a particulares al parque acuático, son fundamentales para conseguir los recursos para apoyo en la compra de insumos y costos de mantenimiento asociado a la reparación, repuestos de las bombas y las diferentes locaciones civiles del área de piscinas, se vieron afectados considerablemente por la salida de servicio de la piscina semiolímpica por daño en sus lozas (enchape) 2 meses aprox. y que requirieron una intervención general de

la misma y los diferentes daños en las bombas por falta de mantenimiento preventivo.

4.6.2. Salones sociales

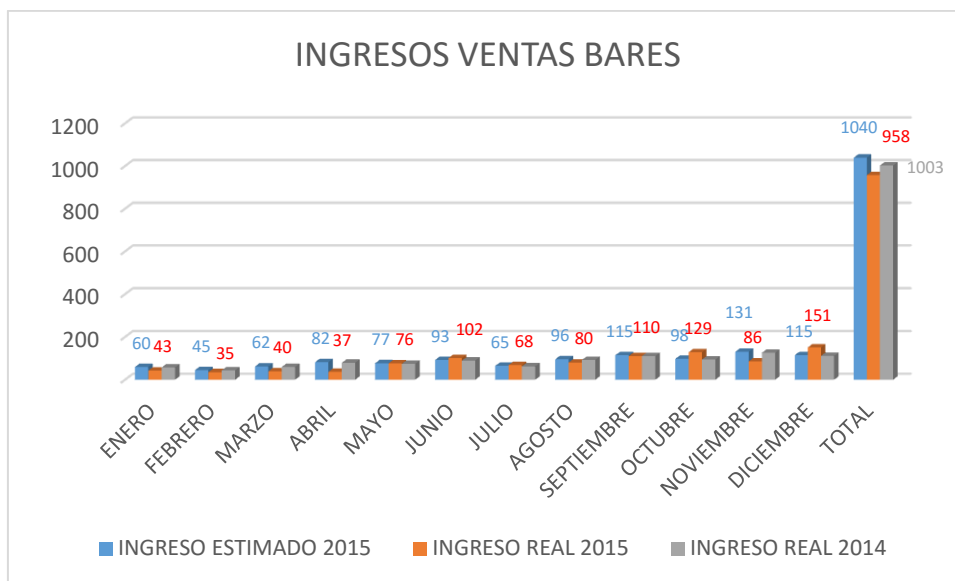


Los ingresos que se presentaron por el alquiler de salones, no cumplieron el plan trazado por la Junta Directiva y la administración del Club Infantas, la meta trazada de generación de ingresos por un valor aprox. de 138 Millones, no se cumplió por diferentes motivos:

1. Cancelación de servicios por parte de los clientes 11%.
2. Corte de energía por parte de Ecopetrol (suministra la Energía) 8%
3. Falla en el funcionamiento de las unidades de aire acondicionado que no permitieron el alquiler de estos salones 78%.
4. Factores sindicales Y/o falta de personal de servicios. 3%.

Siendo los factores asociados a daño y salida de servicio de equipos de Aire Acondicionado, los que más afectaron la disponibilidad para el alquiler de salones, en el cumplimiento de esta meta.

4.6.3. Bares



Al disminuir los alquileres de salones y los ingresos por venta de entradas al parque acuático, por el cierre de los mismos, se presenta una disminución en la venta de productos de los diferentes bares, lo cual afecta nuevamente los ingresos operacionales del Club, con la puesta en marcha de un plan de mantenimiento programado, que disminuya la salida de equipos y aumente la disponibilidad de los mismos, mejoraría en gran parte los factores que afectan la consecución de estas metas.

5. CONCLUSIONES

- Al hacer el diagnóstico inicial se obtuvo un panorama más claro de la situación actual en cuanto a estructuras y equipos con que se cuenta, el cual permitió identificar los equipos críticos que afectan la disponibilidad y la prestación de los servicios.
- El método utilizado en este documento debe ser utilizado como una guía y adaptadas a las necesidades específicas de la instalación. Es importante que quien lo use realiza algunas modificaciones con el tiempo conforme la dinámica y desempeño de los equipos y las fallas consolidadas en el primer año de operación.
- El sistema R.C.M., da como resultado una serie de tareas a realizar por máquina o elemento al que se le ha aplicado, es decir un plan de mantenimiento ordenado, sin embargo, el plan de mantenimiento está en proceso de implementación, es necesario revisar si las condiciones de operación cambian, si se producen inversiones en los elementos que reduzcan su criticidad.

BIBLIOGRAFIA

- AGUILAR LEÓN, German Stephan. Vibraciones Mecánicas. Universidad Industrial de Santander-UIS. Posgrado en Gerencia de Mantenimiento. Cartagena, 2007. Pág. 16.
- **GARCIA Garrido Santiago**, Ingeniería de Mantenimiento, Madrid, España, Renovetec, 2009, 690p
- GONZÁLEZ B., Carlos Ramón. Especialización en Gerencia de Mantenimiento 2007. Principios de Mantenimiento, pág. 39. HASTINGS, A.J Nicholas. Physical Asset Management. Australia, Ed Springer, 2010. 383 p.
- MORA, Alberto. Mantenimiento estratégico para empresas industriales o de servicios. Colombia: AMG, 2009. p.273.
- MOUBRAY. JHON. Reliability-Centered Maintenance RCM II. New York: Industrial Press Inc, 1997. P. 7.
- NASA. Reliability Centered Maintenance Guide or Facilities and Collateral Equipment. 2000.
- Sae JA1011. Evaluation Criteria for Reliability-Centered Maintenance (RCM) Processes. Society of Automotive Engineers, Inc 1999

ANEXOS

ANEXO A. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE BOMBAS

El OM, definido como el manual de Operación y Mantenimiento para las bombas, identifican claramente los métodos aceptados para intervenir de forma adecuada las bombas. Estos métodos deben ser atendidos de acuerdo a las especificaciones dadas por el fabricante.

El instituto hidráulico ha compilado para todas las Bombas ANSI / HI las definiciones, terminología de la industria, el diseño, la aplicación, la instalación y el funcionamiento y pautas de mantenimiento, además de las normas de ensayo HI ampliamente aceptadas.

Los fabricantes de bombas en el mundo han realizado el análisis de fallas en bombas de proceso y las han convertido en una rutina universal y con el dominio de los conceptos aplicados al diseño del equipo han logrado interpretar y profundizar en los modos de falla, además mediante las lecciones aprendidas y la búsqueda del conocimiento han logrado facilitar y hacer más eficiente las intervenciones futuras mediante la construcción de los caza fallas, término conocido como el Troubleshooting.

Las causas principales de fallas en las bombas están definidas y relacionadas de la siguiente manera:

Tabla 1. Causas de falla en bombas de proceso, cortesía Goulds pumps

Error de Diseño <ul style="list-style-type: none"> • Defecto de materiales • Error en la fabricación • Defectos de ensamblaje e instalación 	25%
Deficiencias de Mantenimiento	25%
Condiciones de operación diferentes al diseño	25%
Operación inapropiada	25%

Fuente: Documento entrenamiento Goulds pumps

En el proceso de identificación de las fallas en las bombas de proceso, los fabricantes han generado una serie de documentos entregables con cada uno de sus suministros para que sean estos los elementos claves para generar un diagnóstico.

Tabla 2. Elementos de diagnóstico

Curva de la bomba	Aplica para cualquier tipo de bomba
Diámetro del impulsor y rpm	Para bombas centrífugas
Identificación del punto de operación	Crítico para bombas centrífugas
Flujo, presión, corriente del motor	Aplica para cualquier tipo de bomba
Análisis de vibración	Valores dependen del tipo de bomba
Presión, temperatura, niveles, gravedad específica, viscosidad	Aplica para cualquier tipo de bomba

Fuente: Recopilación OM

A continuación se describen los diferentes síntomas presentados en las bombas de proceso y que han sido recopiladas de diferentes manuales de instalación, operación y mantenimiento de fabricantes de bombas que se encuentran instaladas en Colombia.

Tabla 3. Fallas funcionales en bombas durante la operación

1	La bomba no de flujo
2	Entrega menos flujo del esperado
3	No levanta suficientes presión
4	La forma de la curva H-Q difiere de la original
5	Pierde el cebado después de arrancar
6	Consume demasiada potencia
7	Presenta vibración
8	Presenta ruido
9	Fugas excesivas por la caja de empaques
10	Fugas excesivas por los sellos mecánicos
11	Poca duración de los rodamientos
12	La bomba se sobrecalienta y se pega

Fuente: OM, recopilación autor

En la siguiente tabla se recopilaron los diferentes modos de falla en bombas de proceso, identificando si se trata por causas en la succión de la bomba, relacionados con la operación del equipo, causas por la hidráulica, relacionados con el diseño del sistema o por causas mecánicas, relacionadas con el diseño del equipo y el mantenimiento.

Tabla 4. Modos de falla presentados en la Succión

CAUSAS POR PROBLEMAS DE SUCCIÓN	
1	La bomba no está cebada.
2	La tubería no está completamente llena de líquido.
3	Insuficiente NPSH disponible.

4	Excesiva cantidad de aire o gas en el líquido.
5	Bolsa de aire en la línea de succión.
6	Fuga de aire en la línea de succión.
7	El aire entra a la bomba a través de empaquetaduras o sellos mecánicos.
8	Tubería de agua de sello obstruida.
9	Mal montaje del sello.
10	Tubería de succión insuficientemente sumergida.
11	Formación de vórtice en la succión.
12	Válvula de succión cerrada parcial o totalmente.
13	Filtro de succión sucio.
14	Obstrucción en la línea de succión.
15	Pérdidas excesivas por fricción en la línea de succión.
16	Impulsor sucio.
17	Codo de succión en el plano paralelo al del eje (para bombas de dobles succión).
18	Dos codos en la línea de succión a 90° uno del otro creando remolino y pre-rotación.
19	Selección de la bomba con velocidad específica de succión demasiado alta.

Tabla 5. Modos de falla presentados por la hidráulica

CAUSAS POR PROBLEMAS HIDRAULICOS	
20	Velocidad de la bomba muy alta.
21	Velocidad de la bomba muy baja.
22	Sentido de giro inverso.
23	Mal montaje del impulsor de doble succión.
24	Instrumentos descalibrados.

25	Diámetro del impulsor más pequeño del especificado.
26	Diámetro del impulsor más grande del especificado.
27	Selección del impulsor con coeficiente anormal de la cabeza alta.
28	Operación de la bomba con válvula de descarga y cerrada sin abertura del bypass.
29	Operación de la bomba por debajo del flujo mínimo.
30	Cabeza estática mayor que la cabeza de apagada (altura del líquido que la bomba resiste en la succión).
31	Pérdida de fricción en la descarga mayor que la calculada.
32	Cabeza total del sistema mayor que la del diseño.
33	Cabeza total del sistema menor que la del diseño.
34	Operación de la bomba a flujo demasiado alto (para bombas de baja velocidad específica).
35	Operación de la bomba a flujo demasiado bajo (para bombas de alta velocidad específica).
36	Tolerancia demasiado pequeña entre el impulsor y la voluta o el difusor.
37	La operación en paralelo de las bombas no es adecuada.
38	Gravedad específica del líquido difiere de las condiciones de diseño.
39	Viscosidad del líquido diferente a la de diseño.
40	Desgaste excesivo de los internos,
41	Obstrucción en la línea de balanceo,
42	Alteración en la succión (desbalanceo entre la presión en la superficie del líquido y la presión de vapor y la brida de succión).

Tabla 6. Modos de falla presentados por alteraciones mecánicas

CAUSAS POR PROBLEMAS MECANICOS	
44	Materia orgánica en los impulsores.
45	Desalineamiento
46	Insuficiente rigidez de la fundación (base).
47	Tornillos de anclaje flojos.
48	Tornillos de la bomba o del motor flojo.
49	Grouting no adecuado.
50	Excesivas fuerzas de la tubería en las boquillas de las bombas.
51	Juntas de expansión mal montadas.
52	Arrancada de la bomba sin un adecuado calentamiento.
53	Superficie de los montajes de los internos no están perpendiculares con respecto al eje.
54	Pandeo del eje.
55	Rotor des balanceado.
56	Partes flojas en el eje.
57	Eje descentrado por desgaste de las chumaceras.
58	Operación de la bomba cerca a la velocidad crítica.
59	Luz del eje demasiado larga o diámetro del eje demasiado pequeño.
60	Resonancia entre la velocidad de operación y las frecuencias naturales de la base, Baseplate o tubería.
61	Partes rotativas rozan contra las estacionarias.
62	Incursión de partículas sólidas duras en las tolerancias.
63	Inadecuado material de los empaques de la carcasa.
64	Inadecuada instalación del empaque.
65	Inadecuado apriete de los tornillos de la carcasa.

66	Los materiales de la bomba no son adecuados.
67	Acoples faltos de lubricación.
68	Eje o camisa del eje con altos desgastes en los empaques.

Tabla 7. Modos de falla presentados por sello mecánico

PROBLEMAS MECANICOS AREA DE SELLOS	
69	Tipo incorrecto de empaque para las condiciones de operación.
70	Instalación del empaque del sello inadecuada.
71	Brida demasiado ajustada, impide flujo de líquido.
72	Tolerancia excesiva en la caja de empaquetaduras que hace que esta sea forzada al interior.
73	Suciedad en el líquido de sello.
74	Falla en el enfriamiento de la caja de empaquetaduras.
75	Tipo incorrecto de sello mecánico para las condiciones previstas.
76	Sello mecánico inadecuadamente instalado.

Fuente: recopilación OM, autores

Tabla 8. Modos de falla presentados por cojinetes

PROBLEMAS MECANICOS EN CHUMACERAS	
77	Excesivo empuje radial en bombas de voluta simple.
78	Excesivo empuje axial acusado por desgaste excesivo de los internos o falla de los mismos, o, si se usa, excesivo desgaste del elemento de balanceo.
79	Grasa o aceite erróneos.
80	Excesiva grasa o aceite en las cajas de rodamientos.
81	Falta de lubricación.

82	Instalación inadecuada de la chumacera antifricción, como daño en la instalación, montaje incorrecto o del tipo inadecuado.
83	Entrada de suciedad a los rodamientos.
84	Humedad contaminando el lubricante.
85	Excesivo enfriamiento de los rodamientos.

Durante la operación de un sistema de bombeo se presentaran síntomas que en ciertos casos se pueden identificar fácilmente y que dependerán de la habilidad del operador o el técnico responsable, otras requerirán de equipos de medición validándolos con los elementos de diagnóstico definidos en la tabla 2, sin embargo en la tabla siguiente se relacionaran los diferentes síntomas con los modos de falla y así identificar las posibles soluciones o remedios.

En las siguientes tablas 9 y 10 se relacionan los síntomas y modos de falla para las bombas centrífugas.

Tabla 9. Síntomas y Modos de falla en bomba Centrífugas

SINTOMAS	SUCCIÓN	HIDRAULICOS	MECANICOS
La bomba no envía líquido.	1,2,3,5,10, 12, 13,14,16	21,22,25,30,32 ,37,39	
Capacidad insuficiente de la bomba.	2,3,4,5,6,7,10,11, 12,13,14,15,16,17 ,18.	21,22,23,24,25 ,31,32,39,40.	44,63,64.
Presión insuficiente de la bomba.	4,6,7,10,11,12,13, 14,15,16,18	21,22,23,24,25 ,34,38,39,40.	44,63,64.
La bomba pierde capacidad después de la	2,4,6,7,8,9,10,11.		

arrancada.			
La bomba requiere potencia excesiva.		20,22,23,24,26,32,33,34,38,39,40.	44,45,61,69,70,71.
La bomba vibra o emite ruidos a todos los flujos.	2,16.	36,42.	44,45,46,47,48,49,50,51,52,53,54,55,56,57,58,59,60,61,67,78,79,80,81,82,83,84,85.
La bomba vibra o emite ruidos a bajos flujos,	2,3,17,19	27,28,29,35,37	77
La bomba vibra o emite ruidos a altos flujos.	2,3,10,11,12,13,14,15,16,17,18.	33,34,40	
El eje oscila axialmente.	17,18,19.	27,29,35,37.	77.
Los alabes del impulsor están erosionados en el lado visible.	2,12,13,14,15,16,17.	40.	
Los álabes del impulsor están erosionados en el lado visible.	12,17,19.	29.	
Los álabes del impulsor está erosionados cerca a la descarga.		36.	
Los álabes del impulsor están erosionados cerca a los refuerzos de la descarga.		27,29.	
Los refuerzos del impulsor están fraccionados.		27,29.	
La bomba se sobrecalienta	1,3,12	28,29,37,41,42	45,50,51,52,53,54,55,57,58,59,60,61,62,77,78,82.

Los internos se corren prematuramente.			66
Desgaste de tolerancias internas demasiado rápido.	3	28,29.	45,50,51,52,53,54,55,57,59,61,62,66,77,
La carcasa de partición axial está rota a lo largo de la línea de división.			63,64,65.
Juntas internas estacionarias están rotas a lo largo de la línea de partición.			53,63,64,65.
Los empaques tienen corta vida o fuga excesiva.	8,9		45,54,55,57,68,69,70,71,72,73,74.
Los empaques se aflojan.	8,9		
Sello mecánico tiene fuga excesiva.			45,54,55,57,58,62,75,76.
Daño por parte del sello mecánico.			45,54,55,57,58,62,75,76.
Los rodamientos tienen corta vida.	3.	29,40,41.	45,50,51,54,55,58,77,78,79,80,81,82,83,84,85.
Falla del acople.			45,50,51,54,67.

Tabla 10. Síntomas y Modos de falla en bombas de desplazamiento positivo.

<p>Bomba Ruidosa</p>	<p>Hidráulica:</p> <p>Fuga aire en la succión</p> <p>Cavitación</p> <p>NPSH insuficiente</p> <p>Presión excesiva</p> <p>Mecánica:</p> <p>Eje desviado</p> <p>Acoplamiento fuera de balance</p> <p>Alineamiento del eje</p> <p>Vibración de la válvula de relevo</p>
<p>Sin flujo</p>	<p>Preparación impropia</p> <p>Tubería de succión no sumergida</p> <p>Trampa o tubería bloqueada</p> <p>Fuga en la válvula de pie</p> <p>Excesiva elevación de la succión</p> <p>El aire se fuga en la succión</p> <p>Rotación incorrecta</p> <p>Velocidad insuficiente</p> <p>Desgaste de la bomba</p>
<p>Pérdida de succión después del arranque</p>	<p>Preparación inapropiada</p> <p>Tubería de succión no sumergida</p> <p>Fuga aire en la succión</p> <p>Tubería de succión muy pequeña</p> <p>NPSH insuficiente</p>

Flujo inadecuado	<p>Trampas o tubería bloqueada</p> <p>Velocidad insuficiente</p> <p>Desgaste de la bomba</p> <p>Fuga de aire en la succión</p> <p>Tubería de succión muy pequeña</p> <p>Fuga de aire en el empaque o sello</p> <p>Las válvulas de alivio no asientan</p> <p>Baja viscosidad</p>
Desgaste rápido	<p>Presión excesiva</p> <p>Arenas o suciedad en el bombeado</p> <p>La bomba corre en seco</p> <p>Tensión de la tubería en la caja</p> <p>Corrosión</p>
Excesivo consumo de fuerza	<p>Muy alta viscosidad</p> <p>Obstrucción en la línea de descarga</p> <p>Desviación del eje</p> <p>Tensión de la tubería sobre la carcasa</p> <p>Empacado muy apretado o rotor amarrado</p>

Fuente: IOM bombas Plenty

ANEXO B. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

Se pueden observar en el cd adjunto a la monografía.

ANEXO C. MANUAL DE FUNCIONES Y PERFILES

Se pueden observar en el cd adjunto a la monografía.

ANEXO D. INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

Se pueden observar en el cd adjunto a la monografía.

ANEXO E. INSTRUCTIVO DE REPARACIONES GENERALES

Se pueden observar en el cd adjunto a la monografía.

ANEXO F. INSTRUCTIVO DE TRABAJO EN ALTURAS

Se pueden observar en el cd adjunto a la monografía.

ANEXO G. INSTRUCTIVO DE MANTEIMIENTO DE PISCINAS

Se pueden observar en el cd adjunto a la monografía.

ANEXO H. INSTRUCTIVO DE MANTEIMIENTO ELECTRICO

Se pueden observar en el cd adjunto a la monografía.