



UNIVERSIDAD DISTRITAL “FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS” - FACULTAD TECNOLÓGICA		
PROYECTO CURRICULAR DE TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA		
FORMATO DE PROYECTOS DE GRADO		
Nº DE RADICACIÓN: _____		
INFORMACIÓN EJECUTORES		
Ejecutor 1		
Nombre (s):	Iván Esteban	
Apellido (s):	Pedraza Páez	
Código:	20161375012	
E-mail:	ivan94.p@hotmail.com	
Teléfono fijo:		
Celular:	3116891369	
Ejecutor 2		
Nombre (s):	Franci Lorena	
Apellido (s):	Arias Páez	
Código:	20161375022	
E-mail:	franciarrias23@gmail.com	
Teléfono fijo:		
Celular:	3168676835	
INFORMACIÓN DEL PROYECTO		
Título del Proyecto:	Diseño de una propuesta de mantenimiento para los equipos del sistema de climatización del Instituto Nacional de Metrología basado en la metodología RCM II	
Duración (estimada):		
Tipo de Proyecto: (Marqué con una “x”)	Innovación y Desarrollo Tecnológico	
	Prestación y Servicios Tecnológicos	X
	Otro	
Modalidad del Trabajo de Grado:		
Línea de Investigación de la Facultad:	Desarrollo tecnológico local e institucional	
Línea de Investigación del Proyecto Curricular:		
Grupo de Investigación:		
Proyecto de Investigación:		
Áreas del conocimiento que involucra:	Mantenimiento, Ingeniería mecánica y afines	

CONTENIDO

Contenido	pág.
Lista de figuras.....	3
Resumen.....	4
Introducción.....	5
Planteamiento del problema.....	6
Estado del arte	6
Justificación.....	11
Objetivos (General y específicos).....	13
Marco teórico.....	14
Metodología.....	21
Cronograma.....	22
Bibliografía.....	23

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Fig. 1 Centro de generación eléctrica a base de gas de la empresa Copower Ltda.....	7
Fig. 2 Enfriador de agua (Chiller).....	17
Fig. 3 Unidad manejadora de aire (UMA).....	18

RESUMEN

En el presente documento se plantea el diseño de una propuesta de mantenimiento para el sistema de climatización del Instituto Nacional de Metrología como propuesta para proyecto de grado. En este, se describen detalladamente los equipos que forman parte del sistema de acuerdo a los diferentes laboratorios que se encuentran actualmente en este lugar, los objetivos que se esperan lograr con este proyecto; además se plantea la línea de acción con la cual se espera llegar a los resultados y finalmente se expone en el diagrama de Gantt las actividades propuestas para la realización del proyecto.

INTRODUCCIÓN

El sistema de climatización del Instituto Nacional de Metrología se compone de herramientas, software de control (Metasys), insumos de mantenimiento y personal encargado. Entre estos componentes, se encuentran en principio 15 manejadoras de aire en el laboratorio de física, 11 extractores, 4 unidades de suministro, una planta de agua caliente y fría respectivamente, y otras unidades de aire para el área administrativa. A corto plazo, esta cantidad aumentara pues se espera la entrada en funcionamiento de 8 manejadoras de aire y 10 ventiladores tipo vector para los laboratorios de Química y Biomedicina.

En relación al software llamado Metasys que se encuentra instalado para el manejo y control del sistema, cabe mencionar que este se encuentra instalado en tres equipos, desde estos puntos es posible acceder a la información, el estado y a los mandos de control del sistema.

De acuerdo a lo anterior y teniendo en cuenta la función tan importante que cumple el sistema de climatización en los procesos de calibración de instrumentos de medida en el Instituto Nacional de Metrología, se hace necesario diseñar una propuesta de mantenimiento basado en la metodología RCM II; la cual permitirá garantizar que a los equipos se les presten las acciones necesarias tanto preventivas como correctivas de tal manera que el funcionamiento del sistema se vea interrumpido lo mínimo posible.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad, el sistema de climatización de precisión del Instituto Nacional de Metrología carece de un plan de mantenimiento que se ajuste a las exigencias que se requieren para efectuar las calibraciones que garantizarán la trazabilidad de los instrumentos de medida empleados en el país y de esta manera cumplir con los servicios ofrecidos a la ciudadanía.

De acuerdo a lo anterior, es posible evidenciar que la posibilidad de que se presente un fallo funcional en el sistema es inesperado; es por ello, que se hace indispensable diseñar una propuesta de mantenimiento que garantice que en caso de presentarse la falla, esta sea corregida oportuna y rápidamente, lo que contribuiría a la menor afectación del proceso de calibración y el cumplimiento de los servicios prestados a la comunidad.

1.1 ESTADO DE ARTE

Pinzón, A. (2011). DISEÑO DE UN PLAN DE GESTIÓN PARA EL MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD PARA EL CENTRO DE GENERACIÓN ELÉCTRICA A BASE DE GAS DE LA EMPRESA COPOWER LTDA. (Tesis de especialización). Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.

Copower Ltda es una compañía dedicada al mantenimiento de subestaciones, dispositivos de control, así como la consecución de proyectos de generación eléctrica. Debido a las necesidades de la industria petrolera de originar una fuente de autogeneración de energía en los campos de producción donde el recurso energético no existe o no es fiable, la empresa asumió la distribución, instalación, operación y mantenimiento de centros de generación a gas para la compañía Petroleros del Norte, en donde se ofrecen disponibilidades eléctricas iguales o superiores al 97%. Con el fin de cumplir las exigencias de la compañía petrolera, en esta monografía, se presenta un plan de gestión de mantenimiento centrado en técnicas RCM II, con el cual se busca en primera medida identificar mediante un análisis de criticidad de todos los componentes que hacen parte del sistema de generación cuales son los más críticos. Culminada esta etapa, lo siguiente será implementar un plan general de

mantenimiento que consta de tres fases primordiales como lo son la fase de planeación, investigación y ejecución; en esta última fase, se efectúan todos los resultados que arrojaron las etapas anteriormente ejecutadas, adicionalmente se desarrollan algunas de las técnicas de mantenimiento predictivo para el grupo electrógeno de gas, que fue el equipo más crítico de todos, entre estas técnicas se efectúan análisis de vibraciones, termografía infrarroja, análisis rápidos de aceite, análisis de la composición del líquido refrigerante, endoscopia, entre otras.



Figura 1. Centro de generación.

El mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM), consiste en analizar cada sistema y como puede fallar funcionalmente dependiendo de su entorno. Efectuado todo el proceso de RCM que abarca varias etapas, se define un diagrama de decisión de RCM, en él se definen los mantenimientos que serán realizados, si las fallas son lo suficientemente serias para recurrir a un rediseño y que se dejara como mantenimiento no programado. Este tipo de mantenimiento, brinda una gran alternativa pues permite analizar y decidir sobre el actuar de cada falla.

Un análisis de criticidad es un método que permite mejorar la confiabilidad operacional y establecer jerarquías respecto a los procesos, sistemas y equipos. Para ello es necesario, recolectar información que permita indagar que tan críticos pueden ser los componentes del sistema, entre los datos a reunir se tiene la frecuencia de fallas, flexibilidad operacional del equipo, impacto operacional en caso de fallar, costos de mantenimiento, así como información suministrada por el operario y el proveedor del equipo. Recolectada la información es posible emplear el método de factores

ponderados basados en el concepto de riesgo, como resultado de esta fase es posible reajustar el plan de mantenimiento teniendo en cuenta los equipos más críticos sin dejar a un lado los componentes que no presentan mayor riesgo. La implementación de un mantenimiento predictivo para el grupo autógeno, consiste en chequear las condiciones mecánicas, rendimientos de operación y otros indicadores que brinden el mayor intervalo de tiempo entre reparaciones y en caso de presentarse algún fallo, minimizar su parada. Como se mencionó anteriormente, se efectuaron algunas técnicas de este mantenimiento.

Teniendo en cuenta, los análisis y pruebas efectuadas es posible evidenciar en primera medida que el acierto de un plan de mantenimiento basado en confiabilidad, radica en el análisis consciente y documentado de los modos y efectos del fallo, pues al relacionarlos con los diagramas de decisión del RCM II, ofrece una base sólida para iniciar la formulación de un plan de mantenimiento bien enfocado. Por otro lado, es posible constatar que el análisis de criticidad permite hacer reformas al plan de mantenimiento de acuerdo a la criticidad de cada equipo, cabe mencionar que la mala interpretación de este tipo de análisis generaría inversiones incorrectas con resultados poco visibles; complementando lo anterior, es posible observar que las técnicas de mantenimiento predictivo estuvieron encaminadas exclusivamente al conjunto autógeno, pues resulto ser el más crítico, y el que requería mayores esfuerzos para evitar posibles paradas del sistema de generación a gas.

Por último, es importante entender que los costos de un mantenimiento predictivo son más altos respecto a un mantenimiento preventivo, los resultados que el primero ofrece no son comparables, pues son resultados mucho más confiables y reales respecto a los posibles intervalos entre fallos. Para finalizar es importante tener en cuenta, que un plan de mantenimiento está expuesto a sufrir cambios que seguramente actualizaran su funcionamiento.

Llamba, W. (2014). ELABORACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO POR CONFIABILIDAD (RCM) DE LA CENTRAL HIDRÁULICA ILLUCHI N° 2 (Tesis de pregrado). Universidad de las Fuerzas Armadas, Latacunga, Ecuador.

El objetivo de este artículo es diseñar un plan de mantenimiento que satisfaga las necesidades que se presentan en la central hidráulica Illuchi N° 2. Para ello, se determina con técnicas propias de RCM las funciones modo, causa y efecto que podría tener la central en caso de fallar, igualmente se registraron las fallas y su costo económico; lo siguiente será el desarrollo de las hojas de trabajo y la toma de decisiones RCM que se orientan de acuerdo a la realización de técnicas de mantenimiento predictivo.

Para la aplicación de las técnicas de RCM, fue necesario efectuar un análisis de criticidad, que permite conocer de la casa de máquinas cual es el activo más crítico, este análisis definió que el estator y el rotor son los componentes más críticos de todo el conjunto de la central; adicionalmente, para la aplicación correcta del RCM, se indago acerca de posibles fallas ocultas por lo que se evaluó el sistema de protección, ya que está ligado directamente a la detección de fallas de estos activos críticos. Además, se evaluaron factores como la disponibilidad, factor de confiabilidad, intervalo de búsqueda de falla y frecuencia de mantenimiento-intervalo. Entre las actividades de mantenimiento predictivo efectuadas a los elementos más críticos de la casa de máquinas se encuentran técnicas de termografía, ultrasonido y análisis de vibraciones.

Entre los aspectos más relevantes de este plan de mantenimiento cabe destacar la falta de datos estadísticos, que resulta ser una información sumamente importante en la búsqueda de un plan adecuado de mantenimiento basado en confiabilidad y que impide además establecer la frecuencia de las inspecciones. Al efectuar las actividades propuestas de acuerdo a las decisiones tomadas en torno al RCM, fue posible evidenciar que las fallas ocultas que se habían mencionado anteriormente a futuro pueden causar fallas funcionales de los generadores, lo que indica que por muy imperceptibles que aparentemente están sean, a mediano plazo pueden generar fallas que afectan funcionamiento adecuado de la central hidráulica.

Para finalizar, del análisis de la termografía fue posible detectar una posible futura falla en una de las líneas a la salida de la subestación, la cual en caso de presentarse, podría no entregar energía a dicha subestación; lo recomendable es revisar y ejecutar las acciones necesarias para evitar este fallo. Adicionalmente, finalizados estos análisis se generó una base de datos con información detallada y actual de todas las fallas que han sucedido y que probablemente puedan ocurrir a lo largo de la vida útil de la central, la finalidad

de este documento es avanzar en cuanto al mejoramiento del plan de mantenimiento generado en esta primera etapa.

Torres, A & Perdomo, M. (2010). APLICACIÓN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD A LA CENTRAL NUCLEAR DE EMBALSE. Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas, Cuba. Central Eléctrica Embalse. Nucleoeléctrica Argentina S.A, Argentina.

Este artículo tiene como objetivo principal la aplicación de técnicas de análisis de causa de fallo, a partir de la consulta de los registros de planta, y de la implementación de una política de mantenimiento enfocada en la confiabilidad, dirigido a corregir las causas de fallo de los equipos críticos. La optimización se logra priorizando esfuerzos sobre la base de la aplicación del Principio de Pareto y con esto proceder a la metodología RMC de un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad en la Central Nuclear de embalse (CNE). Los resultados se enfocan a la redacción o modificación de Planillas de Inspección, priorización de repuestos, reorientación de técnicas de diagnóstico y modificación de frecuencias y de duración de las acciones de mantenimiento, lo que redundará en un importante ahorro de horas hombre destinadas a este frente. La aplicación de la metodología de RCM en CNE consta de las siguientes etapas:

- Selección de sistemas críticos.
- Análisis de criticidad y determinación previa de acciones de mantenimiento recomendadas.
- Revisión de la historia operacional.
- Diseño de la política de mantenimiento a aplicar.

Como resultado se obtuvo que los componentes al riesgo global de la instalación. De esta forma, se detectaron los sistemas de explotación normal cuyas fallas originaban eventos iniciadores y progresaban, en secuencias accidentales con aportes importantes al riesgo de daño al núcleo del reactor, así como los sistemas facilitadores (sistemas frontales y soportes) cuyos fallos, de manera similar, estaban incluidos en estas secuencias. Análisis de criticidad y determinación previa de acciones de mantenimiento El desarrollo de esta etapa se centró en los sistemas críticos identificados en la primera fase del RCM. Para ello se requirió del cumplimiento de los siguientes pasos:

- Elaboración de esquemas simplificados.
- Modelación del esquema y bases de datos.
- Aplicación de sistema automatizado para determinar criticidad y las acciones de mantenimientos recomendadas

Como en la generalidad de los RCM se cumple que los sistemas de explotación normal aportan mayores modificaciones a los contenidos de los mantenimientos preventivos y a la disminución de la carga de trabajo que los sistemas de seguridad. Se observa un comportamiento aleatorio respecto al perfil de criticidad de los componentes para el mantenimiento por ejemplo, hasta el momento se consideran equilibrados los aportes en los sistemas de agua de alimentación y de agua de proceso, mientras que son más desbalanceados los aportes en los sistemas de refrigeración de emergencia y de agua de emergencia. Se observa también una prevalencia de bombas y válvulas (MV, PV, LCV, solenoides) en el rango de alta y media criticidad en todos los sistemas analizados

En general los fallos más probables registrados en los informes de deficiencias son de origen mecánico. De acuerdo a las tareas desarrolladas y a los resultados mostrados en el trabajo, se puede concluir que:

- Los resultados del estudio de RCM realizado en CNE son altamente estimados por los gestores de la explotación de la instalación, al demostrar su potencialidad para identificar tareas de mantenimiento eficaces y efectivas, optimizando los planes de mantenimiento actuales con un alto impacto técnico y económico. El RCM desarrollado es una muestra de la aplicación en profundidad del principio de Pareto, primero a nivel de todo el APS para identificar los sistemas más importantes, después a nivel de sistemas para identificar sus componentes críticos. Posteriormente, para cada componente se priorizan los mecanismos de fallos preponderantes de acuerdo con los históricos de mantenimiento, y para estos mecanismos se buscan las técnicas de mantenimiento menos invasivas comenzando por las predictivas, las detectivas y finalmente, las preventivas.
- Se identificaron otras tareas asociadas a la calidad de la documentación que permiten la ejecución adecuada de los mantenimientos de acuerdo con un contenido explícito.

1.2 JUSTIFICACIÓN

El Instituto Nacional de Metrología (INM) asegura la trazabilidad de los instrumentos de medida empleados en el país mediante la calibración periódica de cada laboratorio. El sistema de climatización del Instituto Nacional de Metrología, mediante sus unidades manejadoras de aire (UMAS) respalda las calibraciones y las tareas metrológicas que se llevan a cabo en los

laboratorios, mediante el control estricto de la temperatura; es por ello, que en caso de producirse alguna falla durante el proceso de calibración en alguna de estas unidades, el procedimiento se ve seriamente afectado, pues la variación de temperatura genera resultados erróneos que se traducen en pérdidas económicas y paros inesperados.

En consecuencia, se hace necesario diseñar un plan de mantenimiento que garantice que en caso de presentarse un fallo en el sistema de climatización del Instituto Nacional de Metrología, este se pueda solucionar a la mayor brevedad.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Diseñar una propuesta de mantenimiento para los equipos del sistema de climatización del Instituto Nacional de Metrología basado en la metodología RCM II.

2.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar cada uno de los equipos que hacen parte del sistema de climatización de Instituto Nacional de Metrología.
- Elaborar una propuesta de mantenimiento basado en las técnicas RCM II
- Establecer tareas proactivas que permitan hacer un seguimiento óptimo del estado de los equipos del sistema de climatización del Instituto Nacional de Metrología.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 RCM

Mantenimiento centrado en confiabilidad es un proceso utilizado para determinar qué se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual.

El proceso RCM formula siete preguntas acerca del activo o sistema que se intenta revisar:

- ¿Cuáles son las funciones y los parámetros del funcionamiento asociados al activo en su actual contexto operacional?
- ¿De qué manera falla en satisfacer dichas funciones?
- ¿Cuál es la causa de cada falla funcional?
- ¿Qué sucede cuando ocurre cada falla?
- ¿En qué sentido es importante cada falla?
- ¿Qué puede hacerse para prevenir o predecir cada falla?
- ¿Qué debe hacerse si no se encuentra una tarea proactiva adecuada?

Hay que tener en cuenta que lo que los usuarios esperan que hagan los activos se puede dividir en dos categorías:

- Funciones primarias: Resumen el porqué de la adquisición del activo.
- Funciones secundarias: Que se espera de cada activo que haga as que simplemente cubrir sus funciones primarias.

Los objetivos del mantenimiento son definidos por las funciones y expectativas de funcionamientos asociadas al activo en cuestión. El proceso RCM lo hace en dos niveles:

- En primer lugar, identifica las circunstancias que llevaron a la falla.
- Luego se pregunta qué eventos puede causar que el activo falle.

Los estados de falla son conocidos como fallas funcionales porque ocurren cuando el activo no puede cumplir una función. Una vez que se haya identificado cada falla el próximo paso es tratar de identificar todos los hechos

que de manera razonablemente posible puede haber causado cada estado de falla. Seguidamente se procede hacer una lista de los efectos de la falla que describen lo que ocurre con cada modo de falla, esta descripción debería incluir toda la información necesaria para apoyar la evaluación de las consecuencias de la falla.

El proceso RCM clasifica las consecuencias en cuatro grupos:

- Consecuencia de fallas ocultas: Exponen a fallas múltiples con consecuencias serias y hasta catastróficas.
- Consecuencias ambientales y para la seguridad: Si es posible que cause daño o muerte a alguna persona.
- Consecuencias operacionales: Si afecta la producción
- Consecuencias No-operacionales: Solo implica el costo directo de la reparación.

Las técnicas de manejo de fallas se dividen en dos categorías:

- Tareas proactivas: Abarca lo que se conoce como mantenimiento “predictivo” o “preventivo”. Que a su vez estas tareas proactivas se dividen en 3:
 - ✓ Tareas de reacondicionamiento cíclicas
 - ✓ Tareas de sustitución cíclicas
 - ✓ Tareas a condición: Implica revisar si algo está por fallar.
- Acciones a falla de: Tratan directamente con el estado de falla. El RCM reconoce tres grandes categorías:
 - ✓ Búsqueda de fallas: Implica revisar periódicamente funciones ocultas.
 - ✓ Rediseño: Implica hacer cambios de una sola vez a las capacidades iniciales de un sistema.
 - ✓ Ningún mantenimiento programado: No se hace ningún esfuerzo en prevenir la falla, simplemente se deja que ocurra para luego repararla.

} Implica re fabricar un componente o reparar un conjunto antes de un límite de edad específico.

Si es aplicado en la forma sugerida anteriormente, un análisis RCM da tres resultados tangibles:

- Planes de mantenimiento a ser realizados por el departamento de mantenimiento
- Procedimientos de operación revisados, para los operadores del activo
- Una lista de cambios que deben hacerse al diseño del activo físico, o a la manera que es operado, para lidiar con situaciones en las que el mismo no puede proporcionar el funcionamiento deseado con su configuración actual.

Inmediatamente después de haber completado la revisión para cada activo físico, los gerentes responsables del equipo deben comprobar que las decisiones tomadas por el grupo sean razonables y defendibles.

3.2 Enfriador de agua (Chiller)

Este elemento está constituido básicamente por una unidad compresora, u evaporador y un condensador. Una vez que el refrigerante es comprimido, pasa por el condensador para luego expandirse y pasar por el evaporador (intercambiador de calor de concha y tubo) donde ocurre la transferencia de calor entre el refrigerante y el agua. Una vez que el refrigerante sale del evaporador es comprimido para cumplir un nuevo ciclo. El agua que entra al evaporador se enfría y es bombeada hacia las unidades de manejo de aire. Los compresores de los enfriadores de agua pueden ser: reciprocantes, centrífugos o de tornillo.

Los compresores reciprocantes son empleados para edificaciones pequeñas ya que su capacidad varía entre 25-200 ton. Por otro lado, los compresores centrífugos pueden manejar grandes cantidades de refrigerante lo cual aumenta su capacidad notablemente (1.300 ton). El compresor de tornillo es muy empleado en el acondicionamiento para las industrias químicas y de alimentos.

A su vez, los enfriadores de agua se dividen según el tipo de condensación, la cual puede ser por aire o por agua. En la condensación por aire se dispone de unidades que son instaladas en terrazas o sitios abiertos a la atmósfera para poder disipar el calor por medio de ventiladores. Existen los de condensación por torre de enfriamiento, la cual disipa el calor del agua del condensador.

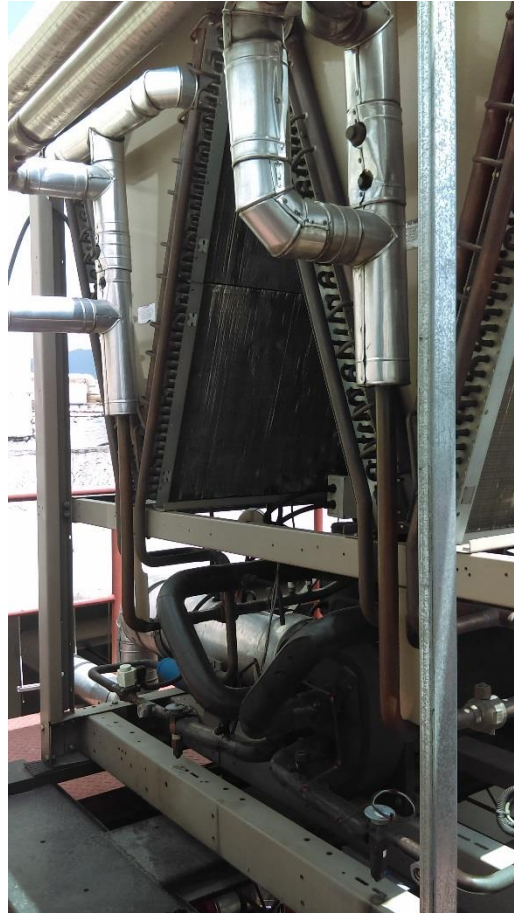


Figura 2. Enfriador de agua (Chiller)

3.3 Unidad manejadora de aire (UMA)

La unidad de manejo de aire es el elemento encargado de suministrar el aire frío al ambiente acondicionado. Dentro de sus componentes tenemos: el ventilador centrífugo, que se encarga de mantener el flujo de aire que entra y sale de la UMA. Por otro lado se encuentra el serpentín de enfriamiento, en el cual ocurre la transferencia de calor entre el agua fría y el aire de suministro. El aire que es suministrado al ambiente acondicionado es, en la mayoría de los casos, una mezcla de aire fresco y aire de retorno. En algunas aplicaciones específicas el suministro es sólo de aire fresco, como por ejemplo en quirófanos, laboratorios u otros sitios donde se requiera un aire cien por ciento puro. Para lograr un nivel de pureza adecuado en el aire de suministro, las UMAS constan de filtros de aire capaces de retener las partículas de polvo e incluso otros agentes contaminantes como en el caso de los filtros con carbón

activado los cuales retienen el humo y los malos olores que retornan a la unidad.

Para la distribución del aire, estas unidades están asociadas a una ductería de suministro, la cual posee rejillas difusoras ubicadas en el ambiente acondicionado. Para controlar el flujo del aire existen diversos dispositivos según el modelo y la capacidad de la unidad. Existen las denominadas UMAS multizonas las cuales tienen la capacidad de distribuir el aire por ramales independientes desde la salida de la unidad a cada zona acondicionada, controlando el aire por medio de compuertas (dampers) que direccionan el aire en cada una de las salidas de la UMA. Por otro lado, se encuentran las unidades monozonas que cuentan con una salida de la ductería, la cual se ramifica posteriormente a los ambientes acondicionados. Este modelo es el más común ya que permite efectuar un control de manera más fácil en el flujo de aire de suministro. Las unidades de manejo de aire pueden ser de diferentes modelos y capacidades según su aplicación.



Figura 3. Unidad manejadora de aire (UMA)

Nota: Las fotografías fueron tomadas en las instalaciones del Instituto Nacional de Metrología (INM), exclusivamente para la ilustración de este trabajo.

3.4 Sistemas de calefacción

Hoy en día, la necesidad de hacer de los ambientes cotidianos lugares más habitables para el ser humano, y que estos mismos ofrezcan un buen nivel de calidad de vida, ha llevado al ser humano a desarrollar diversas tecnologías, a través de las cuales se puede elevar la temperatura ambiente su habitación. Estas tecnologías son los llamados sistemas de calefacción, dentro de las cuales encontramos diversos tipos y variadas características. Algunos de los tipos de calefacción más utilizados a nivel mundial son:

- **Calefacción con Radiadores de Agua:** La calefacción con radiadores de agua es uno de los sistemas de calefacción más utilizados en la actualidad debido a que es un método de calefacción simple, de alto rendimiento y que presenta un bajo costo. Teniendo en cuenta que la caldera que alimentara esta calefacción con radiadores de agua, estará dentro de un cuarto de máquinas, en la terraza o en lugares donde no sea visible.
- **Calefacción de gasóleo:** Utiliza el compuesto Gasoil C, más conocido como Gasóleo, por lo tanto el costo de mantener este tipo de calefacción está sujeta a las variaciones del precio del petróleo. La calefacción de gasoil tiene una seguridad garantizada gracias a ciertos dispositivos que se pueden agregar o que ya forman parte del sistema de Calefacción de Gasóleo. Algunos de estos artefactos incluyen el regulador o limitador que sirve para reducir el gasto de temperatura en función de las necesidades de climatización.
- **Calefacción Eléctrica:** El funcionamiento de este sistema de calefacción se aplica sobre los mismos principios teóricos físicos y químicos, a saber: son dispositivos que vienen en forma de radiadores que a su vez son convectores de fluidos que toman la energía desde una toma de la electricidad y el calor producido es difundido por toda la habitación o edificación mediante el uso de un radiador de aluminio.
- **Calefacción en Paredes:** Esto se trata de convertir toda la superficie de las paredes de una edificación, ya sea una casa, un local, una industria, en un gran panel radiante. Mediante la instalación de este sistema, conseguimos que al calentarse transmitan su energía térmica a los objetos que lo rodean y que se encuentran ubicados dentro del ambiente donde está instalada esta calefacción en paredes. Todos los elementos que conforman la decoración en los espacios deben conseguir el contraste deseado. Para conseguir esto, debemos tener en cuenta la climatización y el confort ideal, la instalación de la lámina calefactor no se va a encontrar expuesta a la vista de las personas.
- **Calefacción por Paneles Radiantes:** Tal como su nombre lo indica los paneles radiantes, son unos paneles que se colocan en la mayoría de

los casos en que se los instala, en los techos de los hogares, o de los locales, así como también puede dejárselos suspendidos sin llegar a ser colocados sobre el mismo techo. En algunos otros casos se las coloca sobre las paredes o sobre los mobiliarios. Permitiendo en todos los casos ahorrar grandes espacios. Hay que destacar que la calefacción mediante paneles radiantes es indirecta, ya que el calor se transmite desde los paneles, los cuales se encargan de emitir el calor hacia el aire del lugar en donde dicho sistema esté instalado. Uno de los principales beneficios que tiene este sistema de calefacción es que no se produce ninguna pérdida de calor cuando el trayecto se produce desde el techo hacia el suelo, ya que los paneles lo que generan es una distribución pareja y uniforme de la temperatura.

- **Caloventores Eléctricos:** Es un sistema de calefacción muy útil en la actualidad, debido a que no es necesaria la instalación en ningún aspecto más que enchufar el caloventor a una toma de electricidad. Este artefacto se puede encontrar en distintos tamaños y modelos, de acuerdo a la necesidad del consumidor, gustos y estilos. Como su nombre lo indica, este tipo de calefacción se encarga de transformar el aire frío que hay en el ambiente en aire caliente, a través de un proceso de inducción y expulsión del aire que no contamina en lo absoluto.
- **Estufas a Etanol:** Por la versatilidad de los diseños de sus chimeneas se pueden utilizar en cualquier habitación, sala, o en espacios exteriores. Su uso está recomendado para casas, restaurantes, departamentos, tiendas, spa o casas de descanso. Las chimeneas a etanol, son el primer producto que se usa con este tipo de combustible, a través del cual, se obtiene una combustión que evita la contaminación intradomiciliaria, permitiendo así disfrutar de la energía calórica limpia del mundo.
- **Calefacción por Biomasa:** Es el sistema de calefacción más conocido y a la vez el más utilizado en diferentes partes del mundo. Se refiere a la utilización de la energía que contiene toda la masa biológica del planeta Tierra, en este caso, la leña y últimamente el Pellets.

4. METODOLOGÍA

Fase de reconocimiento: En esta etapa, se hará reconocimiento de cada uno de los equipos que hacen parte del sistema de climatización que se tienen para el laboratorio de física, química y oficinas del Instituto Nacional de Metrología (INM).

Fase de investigación: Finalizada la primera etapa, lo siguiente será recolectar estadísticas del comportamiento de cada uno de los equipos verificando los tiempos de las posibles fallas que se hallan presentado durante determinado tiempo por medio del software controlador de este sistema de climatización del INM.

Fase de diagnóstico: De acuerdo a esta información se procederá a realizar una serie de pruebas teniendo en cuenta las técnicas de mantenimiento predictivo entre las que se encuentran análisis de vibraciones, termografías, entre otras.

Fase de desarrollo: De acuerdo al análisis de los resultados de estas pruebas, se procederá a tomar las decisiones adecuadas y aplicar la metodología RCM II (Mantenimiento basado en confiabilidad).

Fase de implementación: Definida la propuesta de mantenimiento basado en confiabilidad (RCM), para el sistema de climatización del Instituto Nacional de Metrología, lo siguiente será implementar este plan a lo largo de los laboratorios existentes en este lugar.

Fase de generación de tareas proactivas: Estas tareas proactivas permitirán hacer un seguimiento óptimo del estado de los equipos del sistema de climatización del Instituto Nacional de Metrología, para que en caso de que se llegase a presentar algún tipo de falla funcional, esta sea corregida oportuna y rápidamente, lo que contribuiría a la menor afectación del proceso de calibración y el cumplimiento de los servicios prestados a la comunidad por parte del INM.

5. CRONOGRAMA

ACTIVIDADES	MES					
	1	2	3	4	5	6
1. Fase de reconocimiento						
2. Fase de investigación						
3. Ejecución de Pruebas						
4. Fase de diagnostico						
5. Fase de desarrollo						
6. Fase de implementación						
7. Generación de tareas proactivas						

- **Mes 1:** Noviembre 2016
- **Mes 2:** Diciembre 2016
- **Mes 3:** Enero 2017
- **Mes 4:** Febrero 2017
- **Mes 5:** Marzo 2017
- **Mes 6:** Abril 2017

6. BIBLIOGRAFÍA

- Moubray, J. (1991). Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.
- Proyecto de monitoreo y control para las unidades manejadoras de aire del sistema de aire acondicionado por agua helada del nuevo edificio administrativo de cantv. Ricardo González Caracas, Marzo del año 2000.
- Carrier Air Conditioning Company, *Manual de aire acondicionado*, Barcelona México, Marcombo-Boixareu editores.1983.
- Estudio de la factibilidad de un sistema eficiente de calefacción para la ciudad Vicka Alejandra Molina Sepúlveda- Esteban Mauricio Oyarzo Gómez- Puerto montt-chile-2013.
- Pinzón, A. (2011). Diseño de un plan de gestión para el mantenimiento centrado en confiabilidad para el centro de generación eléctrica a base de gas de la empresa Copower Ltda. (Tesis de especialización). Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.
- Llamba, W. (2014). Elaboración del plan de mantenimiento centrado por confiabilidad (RCM) de la Central Hidráulica Illuchi N° 2 (Tesis de pregrado). Universidad de las Fuerzas Armadas, Latacunga, Ecuador.
- Torres, A & Perdomo, M. (2010). Aplicación de mantenimiento centrado en la confiabilidad a la central nuclear de embalse del Instituto superior de tecnologías y ciencias aplicadas, Cuba. Central eléctrica Embalse. Nucleoeléctrica Argentina S.A, Argentina”.