

PLAN DE GESTIÓN PARA APLICACIÓN EN MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y  
PREDICTIVO PARA SISTEMAS DE AIRES ACONDICIONADOS Y VENTILACIÓN  
MECÁNICA PARA EL DEPARTAMENTO DE SERVICIOS DE LA EMPRESA AIRE  
CARIBE S.A.

GUSTAVO ADOLFO OSPINA HERRERA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICO – MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BUCARAMANGA  
2014

PLAN DE GESTIÓN PARA APLICACIÓN EN MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y  
PREDICTIVO PARA SISTEMAS DE AIRES ACONDICIONADOS Y VENTILACIÓN  
MECÁNICA PARA EL DEPARTAMENTO DE SERVICIOS DE LA EMPRESA AIRE  
CARIBE S.A.

GUSTAVO ADOLFO OSPINA HERRERA

MONOGRAFIA DE GRADO PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OPTAR  
AL TITULO DE ESPECIALISTA EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO

DIRECTOR  
ARQ. HERNANDO MAYORGA LOZADA  
ESPECIALISTA EN GERENCIA DE EMPRESAS CONSTRUCTORAS

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BUCARAMANGA  
2014

## Agradecimientos

A Dios, por sus constantes y grandes bendiciones

A mi madre, por su apoyo incondicional en cada una de las etapas de mi vida,

A mi padrastro, por ser el impulsor de cada uno de mis proyectos.

A mi Esposa, por su compañía apoyo y acertados consejos

A Aire caribe S.A. Empresa que me ha permitido el crecimiento profesional, a

los Hermanos Ingenieros. Aurelio y Gabriel Jimenez por sus constantes

enseñanzas y ejemplos infundados.

## TABLA DE CONTENIDO

	Introducción	11
1	Descripción de la empresa	12
1.1.	Planteamiento del problema	15
1.2.	Objetivos	16
1.3.	Objetivo general	16
1.3.1.	Objetivos específicos	16
1.3.2.	Justificación	17
1.4.	Generalidades	18
2	Sistemas de aire acondicionado convencionales	21
2.1.	Equipos de aire acondicionado de expansión directa	21
2.1.1.	Unidades manejadoras de aire acondicionado	23
2.1.2.	Unidades condensadoras de aire acondicionado	24
2.2.	Sistemas de enfriamiento por agua	25
2.2.1.	Enfriadores de agua chiller	28
2.2.2.	Unidades Fan Coil	28
2.3.	Ventilación mecánica	29
2.3.1.	Tipos de ventilación	29
2.3.2.	Tipos de ventiladores	31
3	Mantenimiento preventivo	34
3.1.	Mantenimiento preventivo de equipos de aire acondicionado de expansión directa	34
3.2.	Mantenimiento preventivo de equipos enfriados por agua	42
3.3.	Mantenimiento preventivo de torres de enfriamiento	47
3.4.	Mantenimiento preventivo de equipos de ventilación mecánica	51
4.	Análisis de datos	55
4.1.	Análisis de aceite	55
4.2.	Análisis de mediciones eléctricas	58
4.3.	Análisis de presiones y temperaturas	62
5.	Cronograma de actividades	65
5.1.	Enfriadores de agua	65
5.2.	Unidades manejadoras	66
5.3.	Sistemas de ventilación mecánica	67
5.4.	Equipos Split	67
5.4.1.	Unidad manejadora	67
5.4.2.	Unidad condensadora	68
5.5.	Torres de enfriamiento	69
5.6.	Sistemas tipo paquete	70
5.7.	Tableros eléctricos	71
6.	Formatos Propuestos	72
6.1.	Formato de Orden de Trabajo	72
6.2.	Formato de reporte de Mantenimiento de Aire Acondicionado	73

6.3	Formato de reporte de Mantenimiento ventilación mecánica	74
6.4	Formato de reporte de adicional o correctivo	75
7.	Mejoramiento Continuo	76
8.	Base de datos	78
8.1	Base de Datos Synergy	78
8,2	Base de Datos Click Idea	78
9.	Conclusiones	79
	Bibliografía	80

## LISTA DE FIGURAS

Fig. No. 1 Equipo de aire acondicionado Tipo Mini Split	19
Fig. No. 2 Sistema de Aire Acondicionado Multi Split	19
Fig. No. 3 Sistema de Aire Acondicionado Split	20
Fig. No. 4. Unidad manejadora de aire acondicionado	20
Fig. No. 5. Unidad Condensadora de aire acondicionado	21
Fig. No. 6 Sistema agua fría condensado por aire.	23
Fig. No. 7. Sistema agua fría condensado por agua.	24
Fig. No. 8 Enfriador Tornillo Condensado por aire	24
Fig. No. 9 Enfriador Centrifugo	25
Fig. No. 10 Unidad Fan coil de Pared	26
Fig. No. 11. Ventilación por sobrepresión	27
Fig. No. 12. Ventilación por depresión	27
Fig. No. 13. Ventilación ambiental	28
Fig. No. 14. Ventilación localizada	28
Fig. No. 15 Ventilador Centrifugo	29
Fig. No. 16 Ventilador Axial	29
Fig. No. 17 Ventilador HelicoCentrifugo	30
Fig. No. 18 Ventilador Tangencial	30
Fig. No. 19. Imagen de prueba de acides,	47
Fig. No. 20 Distribución de causas comunes de falla de motor eléctrico	51
Fig. No. 21 Lectura de Aislamiento de un Motor Eléctrico	52
Fig. no. 22 Tabla presión vs. temperatura de refrigerantes	54
Fig. No. 23 Formato de Orden de Trabajo	63
Fig. no. 24 Formato de Mantenimiento preventivo de equipos de aire acondicionado	64
Fig. no. 25 Formato de Mantenimiento preventivo de equipos ventilación	65
Fig. No. 26 Formato reporte de mantenimiento correctivo o adicional	66

## RESUMEN

TÍTULO: PLAN DE GESTIÓN PARA APLICACIÓN EN MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO PARA SISTEMAS DE AIRES ACONDICIONADOS Y VENTILACIÓN MECÁNICA PARA EL DEPARTAMENTO DE SERVICIOS DE LA EMPRESA AIRE CARIBE S.A.

AUTOR GUSTAVO ADOLFO OSPINA

PALABRAS CLAVES: Mantenimiento, Disponibilidad, Programación, Departamento De Servicios Aire Caribe S.A.

### Descripción o Contenido

Aire Caribe S.A. Cuenta con el departamento de servicios, el cual se encarga de la ejecución de mantenimientos preventivos, predictivos y correctivos a los equipos de aire acondicionado y ventilación mecánica de los clientes con los que se tienen relaciones contractuales. Esta monografía se enfoca en la realización de un plan de gestión el cual servirá como estrategia para la ejecución de cada uno de los servicios que presta Aire Caribe, teniendo como objetivo principal, el incremento de satisfacción de los clientes, ya que sus equipos contarán con una mayor disponibilidad y confiabilidad, reduciendo sus tiempos de paradas por mantenimientos correctivos y evitando las paradas inesperadas por fallo de los equipos, esto a través de un seguimiento estricto a la medición y análisis de parámetros como lo son las mediciones eléctricas, de presiones y temperaturas, y análisis de aceites de compresores, y realizando cada una de las actividades de acuerdo a las programaciones establecidas en este texto.

Para ello se realiza una descripción breve de los equipos de aire acondicionado convencionales más utilizados en la industria, la cual nos servirá como visual en el momento de analizar cada uno de los pasos de los instructivos de mantenimiento preventivo a realizar para cada uno de los equipos.

En el ámbito del mantenimiento preventivo, se describen metodologías como mediciones y análisis de sistemas de lubricación de compresores, mediciones eléctricas de aislamiento de motores, compresores, y análisis de temperaturas y presiones, los cuales son los datos básicos para poder determinar el estado actual del sistema al cual se le está prestando el servicio.

-----

- Monografía
- Facultad de ingeniería Mecánica, Especialización en gerencia de Mantenimiento, director Hernando Mayorga Lozada, Especialista en Gerencia de empresas constructoras

## ABSTRACT

TITLE: MANAGEMENT PLAN FOR APPLICATION FOR PREVENTIVE AND PREDICTIVE MAINTENANCE SYSTEMS AIR CONDITIONING AND MECHANICAL VENTILATION FOR THE SERVICES DEPARTMENT OF THE AIRE CARIBE S.A.

AUTHOR GUSTAVO ADOLFO OSPINA

KEYWORDS: Maintenance, Availability, Programming, Service Department Aire Caribe SA

### Description or Content

Air Caribe SA Account services department, which is responsible for the implementation of preventive, predictive and corrective to the air-conditioning and mechanical ventilation maintenance customers with whom they have contractual relationships. This paper focuses on the implementation of a management plan which will serve as a strategy for the implementation of each of the services provided by Aire Caribe, with the main objective, increased customer satisfaction, as their machine counted with higher availability and reliability, reducing downtime and corrective maintenance by avoiding unexpected downtime by equipment failure, this through strict adherence to the measurement and analysis parameters such as electrical measurements of pressures and temperatures , and compressor oils analysis, and performing each of the activities in accordance with the schedules set forth in this text.

We carry out a brief description of the conventional air conditioning equipment most commonly used in the industry, which will serve as a visual at the time to analyze each of the steps in the instructions to perform preventive maintenance for each of the machines.

Methodologies such as measurements and analysis of compressor lubrication systems, electrical isolation measurements motors, compressors, and analysis of temperatures and pressures are described in the field of preventive maintenance, which is the basic data to determine the current state of system to which the service is being provided.

-----

• Monograph

• Faculty of Mechanical Engineering, Specialization in Maintenance Management, director  
Hernando Mayorga Lozada Management Specialist builders

## INTRODUCCIÓN

Un plan de gestión de mantenimiento va a permitir a Aire Caribe la satisfacción de los clientes, al tener mayor confiabilidad y tiempo de servicio de cada uno de sus equipos de aire acondicionado y ventilación mecánica.

Con la aplicación de las teorías de mantenimiento y el establecimiento de una estrategia organizada y programada se generará una reducción continua de las fallas de los equipos, lo cual mejorará los indicadores de tiempos de equipos fuera de funcionamiento por fallas, disminuirá los tiempos de reparaciones no programadas de los equipos de aire acondicionado y ventilación mecánica.

Como pilar de esta estrategia se plantea la toma de datos con herramientas de medición especializadas con la finalidad de que estos datos sean analizados y predecir futuras fallas, interviniendo los equipos de manera preventiva disminuyendo las fallas inesperadas.

Programar intervenciones preventivas de los componentes indispensables para el funcionamiento de los equipos, con el fin de garantizar la confiabilidad de los equipos.

Al tener un plan de gestión se planteará la generación de una base de datos de las intervenciones realizadas históricamente la cual permitirá generar rutinas y programaciones para la intervención preventiva de los equipos.

## 1. DESCRIPCION DE LA EMPRESA

Aire Caribe fue fundada en la ciudad de Cartagena en 1976 por el Ingeniero Mecánico Aurelio Jiménez, quien venía de trabajar con las firmas contratistas de aire acondicionado más importantes del momento en Colombia en grandes proyectos como el Edificio Conquistador de Cartagena en 1977, una de las instalaciones comerciales más grandes en ese entonces, con 425 apartamentos.

En 1980 se incorpora a la empresa como socio su hermano el también Ingeniero Gabriel Jimenez, quien venía de trabajar en la década del 70 como director de grandes proyectos eléctricos en Venezuela.

En 1982 Aire Caribe logra uno de los más importantes contratos de Sistemas de aire acondicionado y ventilación mecánica de la época, el suministro e instalación de gran parte de los sistemas de Aire Acondicionado para el campamento del Cerrejón en la Guajira, la mina de carbón a cielo abierto más grande del mundo; se instalaron más de 3.000 Toneladas de refrigeración en un lapso de 3 años, en difíciles condiciones de trabajo como es un área desértica, lejos de ciudades principales, cumpliendo con los altos estándares de la Morrison Knudsen empresa contratante.

Desde que se termina el contrato de instalación del Cerrejón, Aire Caribe ha logrado ganar durante más de 12 años el contrato de mantenimiento de los equipos instalados, igualmente se obtiene el contrato de mantenimiento de los equipos mineros desde el año 1993 hasta la fecha.

Durante los años 1982 a 1992 Aire Caribe se convierte en una de las empresas más sólidas en el sector de Sistemas de Aire Acondicionado y Ventilación mecánica en la Costa Atlántica Colombiana, logrando un destacado posicionamiento.

Aire Caribe lleva 25 años prestando estos servicios de mantenimiento con cero accidentes incapacitantes, por esta razón, recibimos el premio Excelencia Suratep (empresa de riesgos profesionales) en el año 2005.

En 1992, Aurelio y Gabriel Jiménez deciden incursionar en la ciudad de Bogotá, capital de Colombia para tener mayor alcance hacia los grandes proyectos que se realizaban en esta zona y el resto del país.

En los siguientes diez años Aire Caribe se consolida como una de las empresas más reconocidas a nivel nacional, logrando importantes contratos en el Sector Público y Privado, en esta época se instalaron más de 10.000 toneladas de refrigeración.

Por este importante crecimiento como empresa, Aire Caribe recibe el premio Nacional al Desarrollo Empresarial en 1997 otorgado por la Corporación Desarrollo Humano y Empresarial.

Desde esta fecha, los socios de Aire Caribe conscientes de las tendencias mundiales y los grandes desafíos empresariales se preocupan por direccionar la organización a un sistema de Gestión de Calidad que enmarque todos los procesos que se realizan y lograr una mayor calidad de los trabajos para garantizar una alta satisfacción del cliente. Durante los siguientes 5 años se trabaja en documentar e implementar el sistema de calidad, obteniendo en el 2003 la certificación ISO9001:2000 en "Diseño, Suministro, Instalación y Mantenimiento de los sistemas de aire acondicionado y ventilación mecánica", otorgada por el ICONTEC en Colombia y avalado por IQ Net Internacional.

En 1994 Aire Caribe incursiona en el mercado Petrolero de Colombia, logrando la instalación del sistema de aire acondicionado y ventilación mecánica del campo de explotación Cusiana, cumpliendo con las altas especificaciones de suministro y montaje propias de British Petroleum Company.

Más tarde se obtendría el contrato de mantenimiento de estos sistemas y las bases militares, el cual se lleva ejecutado exitosamente durante 6 años, cumpliendo igualmente con los altos estándares de seguridad de British Petroleum.

En Noviembre del 2002 se obtiene el contrato para el suministro y montaje del sistema de aire acondicionado en el Centro Comercial Multicentro, con 4.000 toneladas de refrigeración de capacidad constituidas por distintos tipos de equipos: sistemas de agua fría, sistemas de condensación por agua y equipo paquete. Este montaje se logra realizar con éxito en tan sólo 11 meses.

Al mismo tiempo se abre una oficina en Ciudad de Panamá y se traslada personal directivo para encargarse del montaje, el cual estuvo dirigido por el Ingeniero Aurelio Jiménez socio de la empresa.

Se han realizado en Panamá otros importantes montajes: Hotel Radisson Decapolis, Figally Convention Center (lugar de realización de Miss Universo 2003), Segunda etapa del Centro Comercial Multiplaza Pacific, Mirador de la Esclusa Miraflores con la ACP (Autoridad del Canal de Panamá)

Durantes todos estos años Aire Caribe ha continuado destacándose en el mercado Colombiano, obteniendo el reconocimiento de importantes clientes en diferentes aplicaciones:

- A. Centros Comerciales,
- B. Proyectos Industriales,
- C. Hospitales
- D.. Supermercados y Grandes Superficies,
- E. Hoteles y Oficinas

## F. Institucionales

Durante toda su historia los socios de Aire Caribe se han mantenido actualizados en los últimos adelantos de los Sistemas de Aire Acondicionado y Ventilación Mecánica a nivel mundial, participando en diferentes conferencias, ferias y actividades gremiales a nivel nacional e internacional.

Aire Caribe cuenta con una excelente relación con sus proveedores de equipos y materiales, los cuales han encontrado en Aire Caribe S.A. un excelente respaldo para sus productos, por esto han brindado su apoyo y confianza para tomar capacitaciones directas de fábrica, a las cuales han viajado los socios, sus hijos que trabajan en la organización y empleados.

Aire Caribe S.A. es una empresa que presta servicios de ingeniería en aire acondicionado y ventilación mecánica a nivel nacional, con sedes en las principales ciudades del país, Bogotá, Barranquilla, Medellín y Yopal; en las cuales actualmente se están ejecutando proyectos de diseño, instalación y mantenimiento de los diferentes sistemas de acondicionamiento de aire.

Dentro de la prestación de los servicios de mantenimiento se cuentan con clientes a nivel nacional, como lo son: Cine Colombia S.A. Ecopetrol S.A. Equion Energía Limited, Suramericana y Avianca entre otros; adicional a lo anterior también presta los servicios de mantenimiento del aire acondicionado a los equipos móviles de minería, para las empresas Drummond y Cerrejon.

## 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el ejercicio de la prestación de los servicios de mantenimiento se ha detectado la frecuente presentación de fallas de diferentes tipos en los equipos de aire acondicionado y ventilación mecánica, fallas que se pretende disminuir sustancialmente con la implantación de un plan de gestión de mantenimiento detallado que sirva como guía en el momento de la ejecución del servicio, basados en metodologías de confiabilidad, teniendo como principio fundamental la mejora continua del servicio y satisfacción del cliente o usuario final.

Los principales componentes estratégicos del plan de gestión, son:

Fortalecer las competencias del personal técnico en el área del mantenimiento preventivo y predictivo, lo cual como su nombre lo indica nos permitirá prevenir y predecir fallas comunes y disminuir las paradas inesperadas de equipos.

La aplicación de las buenas prácticas de manufactura, en la realización del servicio, teniendo en cuenta las políticas del sistema de gestión integral vigentes en Aire Caribe S.A. promoviendo el cuidado del medio ambiente, y la seguridad industrial.

Evaluación periódica del estado de los equipos, realizando la toma de datos técnicos de los equipos en operación, voltajes, amperajes, aislamientos de conductores, temperaturas y presiones, los cuales se analizarán para generar diagnósticos de operatividad y estado de los equipos.

Basados en la experiencia se implementarán rutinas periódicas de mantenimiento preventivo, que permitan aumentar la confiabilidad del funcionamiento de los equipos a los cuales se les realizan los mantenimientos.

La elaboración de cronogramas de mantenimientos detallados, que guíen al personal técnico en las labores a realizar a cada uno de los equipos, cada vez que se presta el servicio, ya sea mensual, bimestral, o trimestral, semestral o anual. Teniendo como principal fuente los catálogos de los fabricantes de los equipos, y las periodicidades establecidas por el cliente.

De lo anterior la generación una estrategia completa de mantenimiento en la cual se evalúen cada uno de los componentes de los equipos de aire acondicionado y ventilación mecánica atendidos.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 OBJETIVO GENERAL:**

Generar un plan de gestión de mantenimiento preventivo y predictivo para sistemas de aire acondicionado y ventilación mecánica para el departamento de servicios de aire caribe s.a.

### **1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Crear una guía, para la prestación del mantenimiento preventivo y predictivo a los equipos de aire acondicionado atendidos por Aire Caribe S.A.
- Documentar órdenes de trabajo, datos técnicos y características de los equipos que permita establecer el modo de falla de los equipos de aire acondicionado y ventilación mecánica a los cuales se les presta el servicio.
- Orientación de la prestación de servicios a la mejora continua, incrementando disponibilidad de los equipos y la satisfacción de los clientes, generando procedimiento para los modos de falla más comunes.
- Elaboración de cronogramas de ejecución de rutinas de mantenimiento preventivo y predictivo, esto basado en estándares de trabajo propios y recomendaciones de los fabricantes.
- Generación de una base de datos que sirva como fuente de consulta de los servicios realizados a los equipos.
- Disminución de mantenimientos correctivos, y paradas de equipos.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

Aire Caribe S.A. es una empresa dedicada al diseño, suministro, montaje y mantenimiento de sistemas de aire acondicionado y ventilación mecánica, orientada a entregar a nuestros clientes y usuarios finales soluciones efectivas que satisfagan sus requerimientos y expectativas, buscando el crecimiento y desarrollo sostenible.

Por lo anterior Aire Caribe S.A. está comprometida con el mejoramiento continuo en la prestación de sus servicios de mantenimiento, por tal motivo se pretende implementar un modelo de gestión de mantenimiento preventivo y predictivo para los sistemas de aire acondicionado y ventilación mecánica.

Al ser una empresa consolidada en el mercado cuenta con un historial de buena reputación en la prestación de los servicios, el modelamiento actual pretende enriquecer documentalmente y de manera estructurada la prestación de los servicios de mantenimiento, orientado al incremento de la satisfacción y fidelización de sus clientes.

Al aplicar las metodologías de mantenimiento estratégico, se pretende la profundización en las prácticas de mantenimiento preventivo y predictivo, que permitan disminuir las fallas y tiempos de parada inesperadas de los equipos de aire acondicionado y ventilación mecánica, incrementando la satisfacción del cliente.

## **1.4 GENERALIDADES**

### **Glosario**

#### **Aire Acondicionado:**

Como su nombre lo indica el Aire Acondicionado busca acondicionar o climatizar el aire en determinado lugar o espacio. Por lo general esto involucra no únicamente el control de temperatura del espacio, sino también de la humedad y el movimiento del aire incluyéndose el filtrado y la limpieza de éste.

La aplicación de acondicionamiento de aire es de dos tipos de acuerdo a sus propósitos, para producir confort o para uso industrial. El acondicionamiento para confort se encuentra típicamente en casas, oficinas, establecimientos públicos, edificios, automóviles, buses y otros.

Aunque su objetivo primordial no sea el confort humano, el acondicionamiento industrial puede también favorecer el confort de sus ocupantes. Este acondicionamiento se encuentra en salas con equipos electrónicos, laboratorios que requieren aire filtrado y temperatura controlada, salas de cirugía, y en general procesos específicos donde se necesite controlar la operación o producción de elementos de calidad.

#### **MANTENIMIENTO PREVENTIVO:**

Es el mantenimiento, que se realiza a los equipos de una planta en forma planificada y programada anticipadamente, con base en inspecciones periódicas y debidamente establecidas según la naturaleza de cada máquina y encaminada a descubrir posibles defectos que puedan ocasionar paradas intempestivas de los equipos o daños mayores que afecten la vida útil del equipo.

## **MANTENIMIENTO PREDICTIVO:<sup>(2)</sup>**

El mantenimiento predictivo consiste en determinar las condiciones de las máquinas sin interferir su funcionamiento, mediante monitoreo periódico o permanente de vibraciones, temperaturas u otras variables de proceso, diagnosticar las anomalías mediante el análisis de las señales monitoreadas, determinar el grado de severidad, definir las acciones de mantenimiento requeridas y el momento en que deben ser ejecutadas para evitar que ocurran fallas.

## **PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO:**

La necesidad de asegurar que las actividades de mantenimiento se lleven a cabo con los intervalos de tiempo apropiados, según sean los componentes, hace necesario planificar y distribuir los programas con el ánimo de optimizar los procedimientos. Además, el registro histórico de este mantenimiento, dejando evidencia de las visitas periódicas, el personal que las efectuó, el motivo, el histórico de novedades y fallas presentadas, el seguimiento y búsqueda de generadores de falla, obliga a que cada equipo cuente con una completa hoja de vida que pueda ser consultada fácilmente para la toma de decisiones. Esto hace que el técnico mantenga presente que, si bien su primer objetivo es el de mantener los equipos en el mejor estado de funcionamiento posible, su segundo objetivo sea buscar las causas de novedades y fallas del sistema, corrigiendo definitivamente y evitando que un error se vuelva a repetir.

## **REFRIGERACIÓN:**

En general se define refrigeración como cualquier proceso de eliminación de calor, concretamente como la rama de la ciencia que trata con los procesos de reducción y mantenimiento de la temperatura de un espacio o material a una temperatura inferior con respecto al ambiente exterior.

## **TRANSFERENCIA DE CALOR:**

La transferencia de calor se produce naturalmente entre dos sustancias de diferentes temperaturas que están en contacto la una con la otra. El calor fluye siempre de una sustancia caliente a otra más fría. El calor hace que los sólidos se transformen en líquidos o gases, o que los líquidos se transformen en gases. El enfriamiento invertiría el proceso.

### **Modos de transferencia de Calor**

- **Conducción:** ocurre cuando la energía es transmitida por contacto directo entre las moléculas de un cuerpo simple o entre las de dos o más cuerpos.
- **Convección:** ocurre cuando el calor se desplaza de un lugar a otro por medio de fluidos.
- **Radiación:** el principal ejemplo es la irradiación de calor del sol. Efecto el cual el calor se irradia únicamente de un objeto caliente a su entorno más frío. Nunca se puede hablar de un “radiador de frío”.

## **MARCO NORMATIVO**

Para la realización del plan de gestión de mantenimiento preventivo predictivo para sistemas de aire acondicionado y ventilación mecánica para el departamento de servicios de Aire Caribe S.A, se tendrán en cuenta la normatividad implementada en el sistema integrado de gestión con el cual cuenta actualmente Aire Caribe S.A.

NORMA ISO 9001,  
NORMA ISO 14000  
NORMA OHSAS 18000

## 2. SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO CONVENCIONALES

### 2.1 Equipos De Aire Acondicionado De Expansión Directa

La función principal del aire acondicionado es remover calor de un área llevándolo al medio ambiente, esto puede hacerse de varias formas en cuanto a un circuito de refrigeración se trata.

En el evaporador: puede enfriar aire directamente, es lo que pasa generalmente con los equipos pequeños: aires de ventana, mini splits, splits.

Equipos de expansión directa DX (Direct Expansión):

Se les llama expansión directa porque la expansión del refrigerante se hace directamente del intercambio de calor entre el evaporador y el aire. En el mercado del AA se asume que pasa lo mismo en el serpentín de condensación.

Mini Splits: En el mercado es el más típico ejemplo de estos equipos son los mini splits los cuales se usan tanto en aplicaciones comerciales como en residenciales, son muy útiles para pequeñas áreas.



Fig. 1. Equipo de aire acondicionado Tipo Mini Split

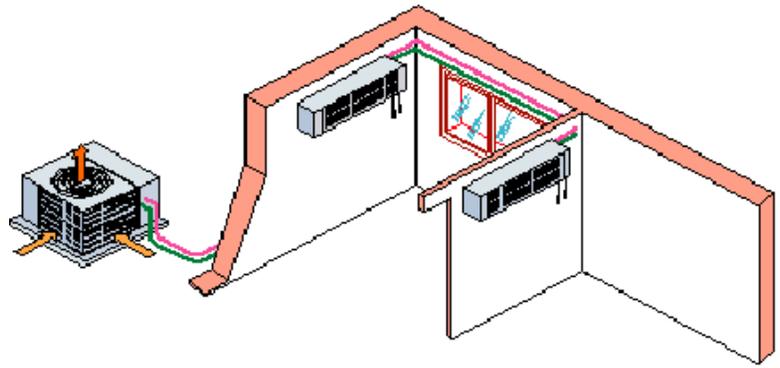


Fig. No. 2 Sistema de Aire Acondicionado Multi Split

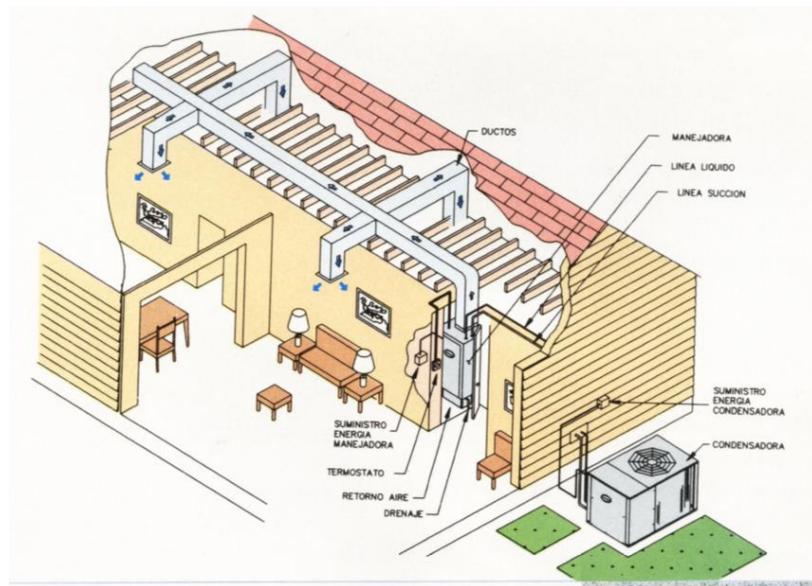


Fig. No. 3 Sistema de Aire Acondicionado Split

Los principales componentes de los equipos splits que son los más comunes en el mercado:

## 2.1.1. UNIDADES MANEJADORAS

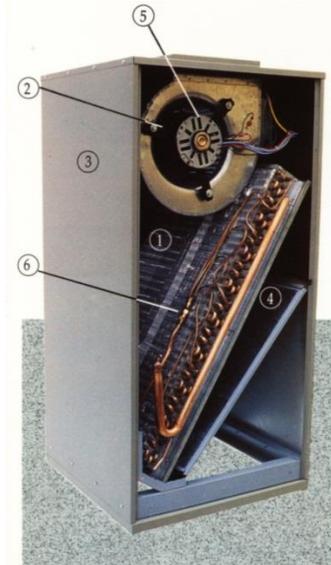


Fig. No. 4. Unidad manejadora de aire acondicionado

### UNIDAD MANEJADORA

1. Serpentín de Enfriamiento: con aletas de aluminio y tubería de cobre.
2. Ventilador Centrifugo: Con aletas curvas inclinadas hacia delante, para modelos de menos de 5 TR el acople al motor es directo.
3. Gabinete: con láminas de acero galvanizado recubierto con pintura anticorrosiva.
4. Filtros: las unidades vienen con filtros de baja eficiencia (30% generalmente)
5. Motor eléctrico: con tres velocidades para regular el caudal, capacitor de marcha permanente para optimizar su factor de potencia.
6. Restrictor con orificio, de fácil acceso, de acuerdo al diámetro del orificio se logra el punto de operación (hace las veces de válvula de expansión)
7. Sistema eléctrico, incluye:
  - a. Transformador de voltaje
  - b. Contactor
  - c. Regleta de conexiones para control
  - d. Capacitor de marcha motor ventilador.

## 2.1.2. UNIDAD CONDENSADORA



Fig. No. 5. Unidad Condensadora de aire acondicionado

1. Compresor: es generalmente del tipo hermético (no se puede destapar) puede ser recíprocante o tipo scroll.
2. Ventilador: de tipo axial como el de la foto generalmente aunque para aplicaciones especiales se ofrece centrífugo también.
3. Motor eléctrico: acoplado de manera directa al eje del ventilador
4. Condensador: serpentín de condensación en tubería de cobre y aletas de aluminio.
5. Sistema eléctrico controles y protecciones, incluye:
  - a. Contactor
  - b. Capacitor de marcha motor ventilador
  - c. Capacitor de marcha motor compresor (monofásicos)
  - d. Asistente electrónico de arranque (monofásicos) (depende del fabricante)
  - e. Temporizador de arranque (depende del fabricante)
  - f. Control de baja presión (depende del fabricante)
  - g. Control de alta presión (modelos de 6 TR en adelante generalmente) (depende del fabricante)
  - h. Regleta de conexión para control

6. Calentador de carter: instalado en el compresor para evitar la acumulación de refrigerante líquido en el aceite mientras la unidad no está funcionando (generalmente para equipos mayores a 4 TR)
7. válvulas de servicio: permite almacenar refrigerante en el condensador, en caso de reparación o traslado del equipo.
8. Válvulas de acceso: para facilitar las lecturas de alta y baja presión del sistema.

## 2.2. SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO POR AGUA HELADA – AGUA FRIA.

Un sistema de agua helada lo que hace principalmente como lo indica su nombre es enfriar agua, suministra agua helada, se utiliza el mismo circuito de refrigeración que se explicó anteriormente pero en vez de enfriar aire enfriamos agua y distribuye hacia serpentines ayudados por una bomba de agua, estos serpentines cumplen la misma función de un serpentín de expansión directa (DX), el aire pasa y en vez de entregarle calor al refrigerante se lo entrega al agua, ésta que está corriendo en el circuito llega al enfriador que recibe ese calor, enfriando el agua, y lo disipa al exterior.

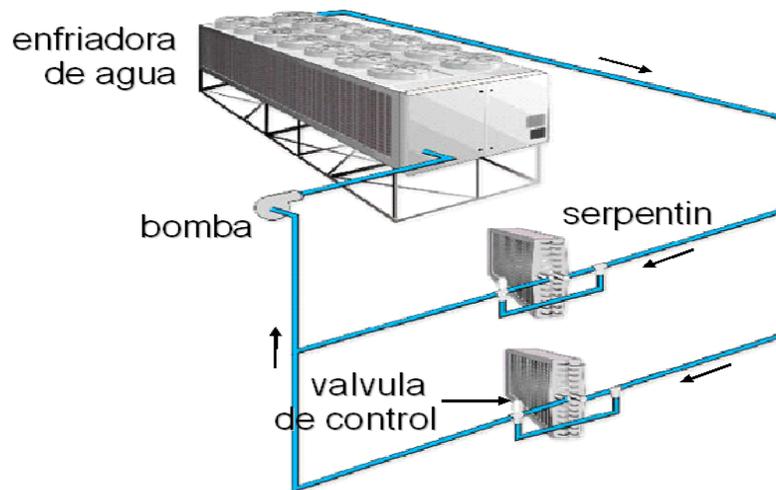


Fig. No. 6 Sistema agua fría condensado por aire.

De la misma forma en el lado del condensador se puede hacer lo mismo, pero en vez que el condensador haga transferencia directamente con el aire del exterior pase este calor al agua. Esto se puede hacer con un evaporador de expansión directa y es lo que se conocen como equipos paquetes condensados por agua es aquí donde aparecen las torres de enfriamiento.

Si se utiliza ese paso intermedio con agua en el condensador con un sistema de agua helada se llama un sistema de agua helada condensado por agua.

De los principales componentes de un sistema de agua fría son las bombas, la capacidad de una bomba sale de:

$$\text{BHP} = \text{Caudal (gpm)} \times \text{Cabeza (psi)} \times \text{Ges} / (1730 \times \text{Eff Bomba}) ,$$

También es igual a

$$\text{BHP} = \text{Caudal (gpm)} \times \text{Cabeza (ft c.a.)} \times \text{Ges} / (3960 \times \text{Eff Bomba})$$

Ges= gravedad específica, la del agua es 1.

Ft c.a.= pies columna de agua.

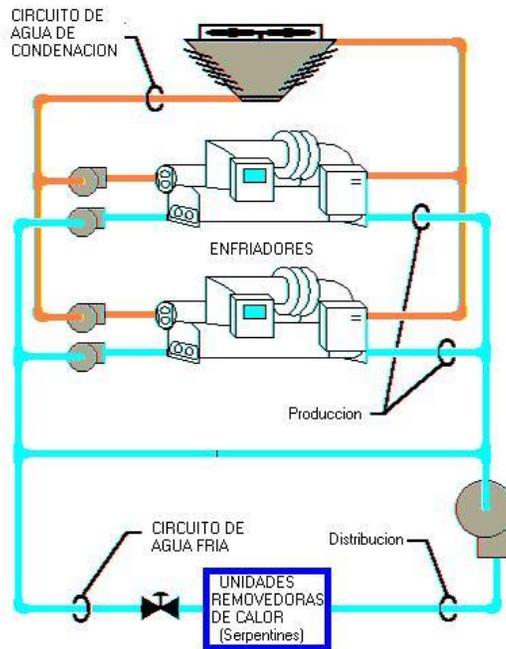


Fig. No 7. Sistema agua fría condensado por agua.

Existen dos tipos de enfriadores de agua para aire acondicionado los cuales los son: enfriador de agua condensado por aire y enfriador de agua condensado por agua



Fig. No. 8 Enfriador Tornillo Condensado por aire  
Fuente: Catalogo TRANE Air cooled Series R Rotary Liquid Chiller. Model RTAA 70 to 125 Tons.



Fig. No. 22 Enfriador Centrifugo condensado por agua  
Fuente: Catalogo YORK Millenium Centrifugal Liquid Chillers Model YT Design Level.

Fuentes consultadas:  
CARRIER, Programa de Desarrollo Técnico. Fundamentos del acondicionamiento del aire.  
AIR CONDITIONING AND REFRIGERATION INSTITUTE. Manual de Refrigeración y aire acondicionado. Tomo I. Tercera Edición.

## 2.2.1. ENFRIADOR DE AGUA

<sup>1</sup>Un enfriador de agua (o chiller) es un equipo de refrigeración cuya función es enfriar un fluido (aire o agua). También puede funcionar en modo “bomba de calor” calentando agua. “La idea consiste en extraer el calor generado en un proceso por contacto con agua a una temperatura menor a la que el proceso finalmente debe quedar. Así, el proceso cede calor bajando su temperatura y el agua, durante el paso por el proceso, la eleva. El agua ahora "caliente" retorna al chiller adonde nuevamente se reduce su temperatura para ser enviada nuevamente al proceso.”<sup>1</sup> Los chillers pueden ser enfriados por aire o por agua, y pueden hacer parte de grandes procesos de acondicionamiento en los que se conduce agua fría por una red de tuberías hasta unidades manejadoras de aire y unidades tipo fancoil.

### Aplicaciones

Estos equipos son usados para acondicionar grandes construcciones como hoteles, edificios de oficinas y plantas de procesamiento. Pueden ser usados para la climatización de agua caliente.

## 2.2.2. UNIDADES FAN COIL

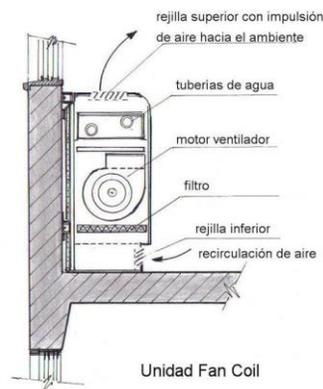


Fig. No. 10 Unidad Fan coil de Pared

Fuente: [http://www.construmatica.com/construpedia/Archivo:Fan\\_Coil\\_1.jpg#file](http://www.construmatica.com/construpedia/Archivo:Fan_Coil_1.jpg#file)

<sup>1</sup> <http://www.todochiller.com.ar/Teoria.html>

<sup>2</sup> [http://personales.upv.es/vsoto/index\\_archivos/FTP/Tuberias/FL.pdf](http://personales.upv.es/vsoto/index_archivos/FTP/Tuberias/FL.pdf)

<sup>2</sup> Las unidades Fan-coils, son unidades terminales de tratamiento de aire; capaces de filtrar, enfriar o calentar individualizadamente, las condiciones ambientales del local a climatizar. Una instalación realizada con un sistema de Fan -coils representa, respecto a otros sistemas empleados, un ahorro inicial en la instalación y posteriormente en el Mantenimiento.

Como unidad terminal y por sus amplias posibilidades de trabajo, el Fan-coil se aplica principalmente en instalaciones con zonas individualizadas, tales como: Hoteles, Hospitales, Oficinas, Residencias, Colegios, Locales Comerciales, etc. Su reducida altura, permite la instalación en falsos techos y la construcción modular le proporciona una amplia gama de soluciones para su instalación.

## **2.3 VENTILACION MECÁNICA**

### **Funciones de la ventilación**

Puede definirse la Ventilación como aquella técnica que permite sustituir el aire ambiente interior de un local, considerado inconveniente por su falta de pureza, temperatura inadecuada o humedad excesiva, por otro exterior de mejores características.

A los seres vivos, personas principalmente, la ventilación les resuelve funciones vitales como la provisión de oxígeno para su respiración y el control del calor que producen, a la vez que les proporciona condiciones de confort afectando a la temperatura del aire, su humedad, la velocidad del mismo y la dilución de olores indeseables.

A las máquinas e instalaciones y procesos industriales la ventilación permite controlar el calor, la toxicidad o la potencial explosividad de su ambiente.

### **2.3.1. Tipos de ventilación**

#### **Ventilación por Sobrepresión**

Se obtiene insuflando aire a un local, poniéndole en sobrepresión interior respecto a la presión atmosférica. El aire fluye entonces hacia el exterior por las aberturas dispuestas para ello. Fig. 11. A su paso el aire barre los contaminantes interiores y deja el local lleno del aire puro exterior.

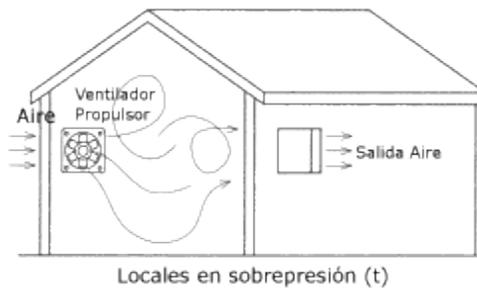


Fig. 11. Ventilación por sobrepresión

### Ventilación por Depresión

Se logra colocando el ventilador extrayendo el aire del local, lo que provoca que este quede en depresión respecto de la presión atmosférica. El aire penetra desde fuera por la abertura adecuada, efectuando una ventilación de iguales efectos que la anterior.

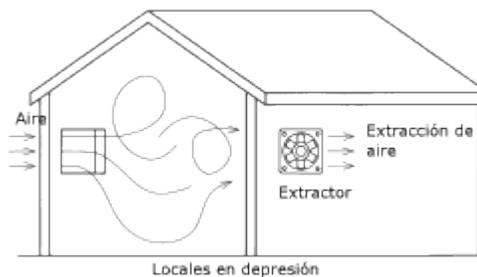


Fig. 12. Ventilación por depresión

### Ventilación Ambiental o General

El aire que entra en el local se difunde por todo el espacio interior antes de alcanzar la salida. Es el caso de las Figs. 13 a 14. Este tipo de ventilación tiene el inconveniente de que, de existir un foco contaminante concreto, como es el caso de cubas industriales con desprendimientos de gases y vapores molestos o tóxicos, el aire de una ventilación general esparce el contaminante por todo el local antes de ser captado hacia la salida.



Fig. 13. Ventilación ambiental

### Ventilación Localizada

En esta forma de ventilación el aire contaminado es captado en el mismo lugar que se produce evitando su difusión por todo el local. Se logra a base de una campana que abrace lo más estrechamente posible el foco de polución y que conduzca directamente al exterior el aire captado.

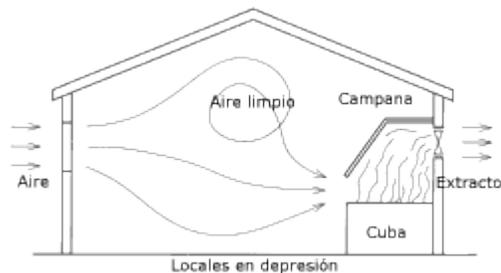


Fig. 14. Ventilación localizada

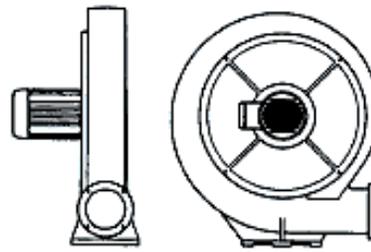
### Ventilación Mecánica Controlada

Conocida por sus siglas V.M.C. es un sistema peculiar que se utiliza para controlar el ambiente de toda una vivienda, local comercial e incluso un edificio de pisos, permitiendo introducir recursos para el ahorro de energía. Trataremos este caso de forma monográfica en una Hoja Técnica específica.

### 2.3.2 TIPOS DE VENTILADORES

Los ventiladores son equipos capaces de mover masas de aire con determinada presión para permitir la circulación del aire con una red de conductos. Los ventiladores funcionan gracias a un elemento rotativo que es la parte del ventilador

que gira alrededor de un eje, y un motor que se encarga de mover la hélice o elemento rotativo.



Centrífugo

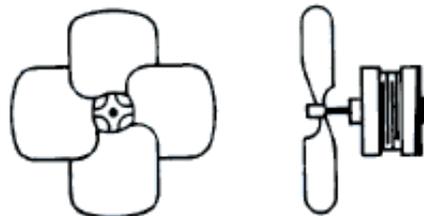
Fuente: SOLER & PALAU.  
Manual práctico de ventilación.

Fig. No. 15 Ventilador Centrífugo

## Ventiladores Centrífugos

Son aquellos ventiladores que reciben el aire con una trayectoria axial y sale en dirección perpendicular al sentido de entrada.

Los rodetes de estos ventiladores pueden ser: alabes radiales, alabes hacia adelante o alabes hacia atrás.



Hélice axial. De perfil delgado

Fuente: SOLER & PALAU.  
Manual práctico de ventilación.

Fig. No. 16 Ventilador Axial

## Ventiladores Axiales

Son aquellos en los cuales el aire entre y sale en la misma dirección. Las hélices de estos ventiladores pueden ser de varios tipos: de perfil delgado o de perfil sustentador.



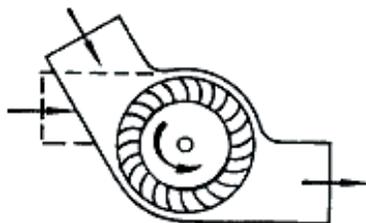
Rodete  
Helicocentrífugo

Fig. No. 17

Fuente: SOLER & PALAU.  
Manual práctico de ventilación.  
Fig. No. 17 Ventilador HelicoCentrifugo

## Ventiladores Helicocentrífugos

Son los ventiladores en los cuales la trayectoria del aire sale de manera diagonal, es intermedia entre el ventilador centrífugo y el axial.



Tangencial

Fig. No. 18

Fuente: SOLER & PALAU.  
Manual práctico de ventilación.  
Fig. No. 18 Ventilador Tangencial

## Ventiladores Tangenciales

Son aquellos cuya “trayectoria del aire en el rodete es sensiblemente normal al eje, tanto a la entrada como a la salida del mismo, en la zona periférica.”<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> SOLER & PALAU. Manual práctico de ventilación.

### **3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

#### **3.1. MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO DE EXPANSIÓN DIRECTA**

Al ser aire caribe una empresa que cuenta con el sistema de gestión integral, se deben tener en cuenta para cada una de sus labores las siguientes normas o instrucciones.

#### **NORMAS DE SEGURIDAD**

- Consideraciones de Tipo Conductual
- Antes de comenzar cualquier actividad debe tener en cuenta lo siguiente: Invoque sus principios y valores que determinan su autoconvicción, autogestión y autocuidado.
- Emplee 5 minutos a fin de participar en la charla pre-operacional y deje registro de esta participación en el formato Asistencia de formación y-o capacitación. Nota: No olvide participar activamente en los ejercicios de calistenia (Estiramiento y Calentamiento) de acuerdo a lo indicado por el personal de HSEQ y/o Supervisor técnico.
- Concientizar los riesgos inherentes a la tarea que va a ejecutar. Para esto se debe participar en la identificación de los riesgos y controles que se deben aplicar por medio del formato ACSO&S.F.409 Análisis de trabajo seguro y dejar registro de conocimiento de la información allí consignada.
- Consideraciones de Seguridad: Utilice siempre elementos de protección personal por cargo que fundamentalmente consisten en: Casco, botas, gafas de seguridad, mascarillas, guantes, tapones auditivos. Periódicamente se revisarán los EPP's dejando registro en el formato de Inspección de EPP. Jamás utilice cadenas, anillos, brazaletes, pendientes o ropa suelta cuando ingresa en el área de trabajo.
- Realice inspección pre-operacional a todas las herramientas a utilizar en cada tarea ejecutada.
- Ningún trabajo está bien hecho si conlleva a una violación a los estándares y procedimientos fundamentales de Integridad Operacional. Para lo anterior, tenga en cuenta lo establecido en los siguientes documentos: Uso del refrigerante, Uso de recicladora y recuperadora.
- Para realizar este procedimiento, se debe tener presente en todo caso que requiera trabajo en alturas el documento ACSO&S.P.078 Estándar de Seguridad para trabajo en alturas.

- Aire Caribe S.A no acepta comportamientos a riesgo por parte de su personal cuando ejecuta su trabajo.
- En caso de incidente laboral o ambiental, favor reportar al Jefe inmediato y/o al personal de HSEQ.

## **DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO**

### **1. Preparación del trabajo.**

El Jefe de Servicios y/o Coordinador de Servicios tramita la solicitud del permiso para realizar el trabajo, adjuntando los documentos exigidos por el cliente y consigue la aprobación del permiso del cliente si es necesario.

### **2. Preparación de recursos.**

El Jefe de Servicios y/o Coordinador de Servicios verifica que se posean las herramientas, insumos apropiados, los elementos de protección personal y de señalización necesarios para desarrollar el trabajo y entrega las órdenes de trabajo a cada Técnico y/o Auxiliar de Servicios.

### **3. Conocimiento del entorno.**

El Técnico de Servicios consulta el reporte de mantenimiento preventivo anterior, consulta con el cliente sobre el funcionamiento del equipo y las sugerencias que pudiera presentar.

### **4. Toma de lecturas de voltaje y corriente de motores eléctricos.**

El Técnico de Servicios realizan al iniciar el mantenimiento a las unidades y compresores, la toma de lecturas de voltaje y consumo de corriente, comparando los datos de placa con las mediciones para diagnosticar si el equipo esta normal o hay deficiencias, registrando dicha información en el formato de mantenimiento preventivo aire acondicionado, en caso de se evidencie alguna anomalía en la lectura del voltaje y corriente se procede con el análisis predictivo de lectura de voltajes.

## **5. Determinar temperaturas de salida del serpentín evaporador.**

El Técnico Servicios realiza la medida de temperatura de suministro de aire que permite verificar que el sistema esté funcionando bien. Promedio de temperatura de 5 °C a 11 °C.

## **6. Revisión presión refrigerante: (Trimestral)**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios verifican que las presiones del sistema estén en los rangos adecuados por ejemplo para el refrigerante R22 (60 PSI +/- 5 por baja y 240 PSI por alta), dependiendo de la temperatura del aire exterior se evalúan los valores de acuerdo a la tabla de presiones vs temperaturas para cada uno de las sustancias refrigerantes.

Este rango es variable a razón de: temperatura exterior, altitud según ciudad y tipo de refrigerantes. Nota: Todos los refrigerantes trabajan a diferentes presiones.

## **7. Inspección inicial.**

El Técnico de Servicios identifica el tablero eléctrico de control del equipo, realiza una inspección visual y verifica la operación del equipo, que el equipo este trabajando, seguidamente apaga el equipo y aplica el protocolo de etiqueta y candado.

## **8. Limpieza, Lavado o Reemplazo de filtros de aire (según corresponda).**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios extraen los filtros, si son tipo plástico son lavados y si tienen medio filtrante son lavados o cambiados, se lavan y/o limpian los portafiltros.

## **9. Limpieza interior y exterior de la unidad.**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios para realizar la limpieza interior destapa el equipo (se tiene en cuenta la ubicación de las tapas del equipo, tornillería), se realiza la limpieza, para la parte exterior se realiza al final del mantenimiento.

## **10. Limpieza y peinado de serpentines.**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios verifican que las aletas difusoras del serpentín no estén maltratadas ni golpeadas, en caso de lo contrario, utilizan el peine de serpentines, teniendo en cuenta el paso de aletas.

## **11. Lavado de serpentín: (Mensual).**

Para la manejadora El Técnico y/o Auxiliar de Servicios verifican si en el sitio se puede realizar la actividad. Se utiliza hidrolavador en la modalidad de abanico. Para la Condensadora se realiza de igual manera con hidrolavador. Al terminar se verifica visualmente el estado del serpentín si se encuentra incrustado, manchado o demasiado contaminado, y si es necesario, se aplica desincrustante (de acuerdo con las instrucciones del fabricante del químico).

## **12. Limpieza de bandejas y drenaje.**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios realizan el lavado, verificando su estado y que el sifón este destapado y haya flujo hacia el bajante o drenaje.

## **13. Limpieza de las aspas del ventilador.**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios realizan la limpieza y verifican su correcta rotación.

## **14. Sistema de humidificación y deshumidificación.**

Este sistema está presente en equipos de precisión y consiste en agregar partículas de agua al recinto (vapor de agua) mediante la evaporación por medio de resistencias eléctricas.

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios limpia la bandeja, revisa el desagüe y el flotador (si aplica).

## **15. Revisión de alineamientos.**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios revisan las poleas, de los componentes de rotación del equipo de aire acondicionado tales como ventiladores centrífugos y axiales para determinar si necesitan balanceo, se verifican entre la polea del blower y la del motor. Si esta desalineado, se corrige, se verifica la vibración de los componentes, para determinar su correcta fijación, si requiere cambios de elementos o si se requiere un estudio más especializado de vibraciones.

## **16. Revisión y ajuste tensión de correas.**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios verifican la tensión de la correa de ½ a 1 pulgada de distensionamiento.

## **17. Lubricación general**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios lubrican chumaceras del blower evaporador y ventilador condensador y retiran el exceso de grasa, y para el caso de las chumaceras se garantiza que la totalidad de la grasa que se queda dentro de la chumacera se grasa nueva.

## **18. Revisión del ajuste y estado de motores eléctricos**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios revisan la sujeción mecánica de los motores (fijación al chasis y tornillos prisioneros de la polea) y eléctrica (bornera de conexión), se verifica el estado de los soportes para evidenciar posibles fisuras o rupturas.

## **19. Ajuste tornillos de ensamble**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios revisan que todos los tornillos de ensamble del equipo y sus componentes estén ajustados.

## **20. Revisión y limpieza del Sistema eléctrico.**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios revisan y verifican el estado físico y sujeción, de contactores, borneras, conductores, bimetálicos, interruptores, totalizador, relevos, elementos electrónicos y de señalización. Se aplica limpiador eléctrico a los contactos, y se ajusta mecánicamente cada uno de los bornes, se busca que no haya cables con presencias de quemaduras por cortos circuitos.

## **21. Limpieza exterior de los compresores y sus controles.**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios realizan la limpieza.

## **22. Revisión y limpieza de microprocesadores (si aplica)**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios revisan y realizan la limpieza de microprocesadores (si aplica).

## **23. Aseo general para entrega del servicio.**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios verifican que el entorno cercano al equipo se encuentre limpio y sin residuos después de realizado el mantenimiento.

## **24. Puesta en marcha del equipo.**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios quita la etiqueta y el candado, energizan y dan arranque al equipo.

## **25. Toma de lecturas de voltaje y corriente de motores eléctricos.**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios realizan al finalizar el mantenimiento a las unidades y compresores, la toma de lecturas de voltaje y consumo de corriente, comparando los datos de placa con las mediciones para diagnosticar si el equipo esta normal o hay deficiencias, registrando dicha información en el formato de mantenimiento preventivo aire acondicionado.

## **26. Determinar temperaturas posteriores al mantenimiento**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios Se toman las temperaturas de operación del compresor, temperaturas de sobrecalentamiento, subenfriamiento de succión y descarga de refrigerante en el compresor, realizan la medida de temperatura de suministro de aire que permite verificar que el sistema esté funcionando bien. Promedio de temperatura de 5 °C a 11 °C.

## **27. Si el compresor es semihermético.**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios verifican el nivel y estado del aceite.

## **28. Compresores de todo tipo**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios verifican el nivel de ruido.

## **29. Verificación de conductos de suministro y retorno**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios revisan hermeticidad de los conductos en su acople con el equipo, revisan que no se estén presentando condensación en los conductos, en caso de que se presenten se deben reportar el formato de mantenimiento preventivo y proceder previo a aprobación del cliente a intervenir los aislamientos térmicos.

## **30 Chequeo mirilla de líquido:**

Para los circuitos de refrigeración El Técnico y/o Auxiliar de Servicios verifican el estado físico de la mirilla y el estado en el que está circulando el refrigerante.

### **31. Revisión de presostatos: (Mensual)**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios verifican el funcionamiento. Verificar la continuidad de la serie de control de los presostatos, con el equipo previamente apagado se mide la presión de alta y baja del equipo. Se debe realizar el siguiente procedimiento:

Si la medida de la presión del equipo en baja es menor que la presión de la placa del presostato, la serie de control debe estar abierta. Si la medida de la presión del equipo en baja es mayor que la presión de la placa del presostato, la serie de control debe estar cerrada.

Si la medida de la presión del equipo en alta es menor que la presión de la placa del presostato, la serie de control debe estar cerrada. Si la medida de la presión del equipo en alta es mayor que la presión de la placa del presostato, la serie de control debe estar abierta

Nota: Si los presostatos son regulables revisar en qué punto está el set point de los mismos y realizar la comparación descrita anteriormente con esta información.

### **32. Revisión y verificación funcionamiento de sensores.**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios revisan calibración de sensores de humidificación, des-humidificación, temperatura de agua (entrada y salida), temperatura de aire (entrada y salida) y presión aire de suministro, verifican la sujeción de los bulbos. Si es electrónico el sensor, se hace limpieza y se aplica limpiador electrónico.

### **33. Verificar operación y calibración del termostato de operación**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios manipulan el termostato, simulando temperaturas altas y bajas en el set point para verificar el trabajo del equipo, se realiza comparación con termómetro de bolsillo calibrado.

### **34. Verificación de alarmas: (cada tres meses si es posible)**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios manipulan las protecciones de tal manera que el equipo dispare la alarma correspondiente que indique que está operando bien.

Nota: Se debe revisar el reporte de alarmas en cada rutina; este historial ilustra sobre el estado real del equipo, hace parte del mantenimiento estratégico y brinda información sobre el estado de los componentes del sistema.

### **35. Verificación y ajuste de set points e instrucciones del software (si aplica)**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios verifican que los set points de trabajo del equipo estén correctos con respecto a: alarmas, humedad y temperatura. En caso de encontrar modificaciones, averiguar con el cliente acerca del cambio encontrado.

### **36. Finalización del servicio**

El Técnico de Servicios termina de diligenciar el formato de Orden De Trabajo y determina si es necesario realizar un mantenimiento correctivo, registrando la novedad en la sección de observaciones haciendo claridad sobre los riesgos a que queda expuesto el equipo y diligencia el formato Reporte De Correctivo.

## **3.2 . MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE SISTEMAS ENFRIADOS POR AGUA**

### **DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO**

#### **1. Preparación del trabajo**

El Jefe de Servicios y/o Coordinador de Servicios debe tramitar la solicitud del permiso para realizar el trabajo, adjuntando los documentos exigidos por el cliente.

#### **2. Preparación de recursos**

El Jefe de Servicios y/o Coordinador de Servicios debe verificar que se tienen las herramientas necesarias, los insumos apropiados, los elementos de protección personal y de señalización.

### 3. Conocimiento del entorno

El Técnico de Servicios debe consultar el reporte de mantenimiento preventivo anterior, Consultar con el cliente sobre el funcionamiento del equipo y si tiene alguna sugerencia, identifique el tablero eléctrico de control del equipo.

### 4. Inspección inicial

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios debe Verificar que el equipo está trabajando. Se debe verificar en el display del sistema de control las condiciones de operación del enfriador (T° entrada y salida del agua, presiones), rangos de operación e historial de alarmas (Indica condiciones de operación del equipo y posibles ajustes o correctivo que se deben aplicar al equipo). Según el diagnóstico derivado de esta inspección se debe solicitar soporte y servicio especializado a fábrica o al supervisor de servicios de Aire caribe.

Realizar una inspección visual y auditiva del equipo que permita detectar anomalías en su funcionamiento.

Verificar operación y registro de los elementos de control, como sensores de temperatura, presión y Switch de flujo.

Proceda a apagar el equipo, desenergizarlo y señalar el tablero eléctrico para iniciar mantenimiento y aplica el protocolo de etiqueta y candado.

### 5. Revisión del sistema hidráulico

- **Revisión de la bomba:** El Técnico y/o Auxiliar de Servicios Revisa su estado físico, ruidos, ajuste al chasis y acople al motor.
- **5Revisión del tanque de expansión:** El Técnico y/o Auxiliar de Servicios Revisan hermeticidad, sensores de temperatura y de presión, estado físico. Revisar que no existan fugas en sus juntas y deterioro en el estado físico revisar que la válvula de flotador se encuentre operando normalmente y en buen estado.
- **Revisión de filtros de agua:** El Técnico y/o Auxiliar de Servicios deben cerrar las válvulas de agua, desarmar el filtro y lavar el elemento filtrante. Determinar el grado de deterioro si es normal o si requiere un cambio.

- **Verificación de fugas y presiones de agua:** Esta actividad se realiza para equipos de evaporación por agua. Al tomar las presiones de agua del equipo antes del mantenimiento, se comparan con las presiones después del mantenimiento. El resultado de la medición debe ser igual o por encima de la medición inicial.

## 6. Revisión del sistema de refrigeración del enfriador

- **Inspección visual de la tubería y su aislamiento:** El Técnico y/o Auxiliar de Servicios Verifica el estado del aislamiento y la tubería, verificar que no haya presencia de fugas de agua en las tuberías y accesorios, ni oxidaciones, que los soportes de las tuberías se encuentren en buen estado.
- **Revisión de válvulas de servicio:** El Técnico y/o Auxiliar de Servicios Verifica el estado físico (cuadrante, sello y tapones), abrir y cerrar las válvulas para verificar su funcionamiento.
- **Comprobar operación de las válvulas de expansión termostática:** El Técnico y/o Auxiliar de Servicios verifica que no se está congelando el serpentín del evaporador. Verificar que el bulbo sensor esté sujeto a la tubería y bien aislado, verificar y limpiar las conexiones y bornes de sensores y válvulas.
- **Chequeo mirilla de líquido:** El Técnico y/o Auxiliar de Servicios verifica el estado físico de la mirilla, y el estado del refrigerante que circula a través de la mirilla.
- **Revisión de presostatos:** El Técnico y/o Auxiliar de Servicios verifica el funcionamiento, para el de baja cerrando válvulas de compresores u operándolos manualmente, para el de alta se detiene el ventilador de condensación y se espera el disparo. En ambos casos es viable verificar la calibración del mismo conectando los manómetros de refrigerante y verificando en los manómetros que el punto de disparo sea aproximado al punto de setpoint del presostato
- **Revisión y verificación funcionamiento de sensores:** El Técnico y/o Auxiliar de Servicios revisa la humidificación, deshumidificación, temperatura de agua (entrada y salida), temperatura de aire (entrada y salida) y presión aire de suministro. Verificar la sujeción de los bulbos. Si es electrónico el sensor, se hace limpieza y se aplica limpiador electrónico.

- **Verificar operación y calibración del termostato:** El Técnico y/o Auxiliar de Servicios manipula el termostato, simulando temperaturas altas y bajas en el set point para comprobar el funcionamiento, y verificar con los termómetros de instalados en las tuberías de suministro y retorno.
- **Verificación de alarmas:** El Técnico y/o Auxiliar de Servicios realiza la revisión de historial de alarmas, verificando posibles causas, en caso de no ser relevantes realizar el reseteo de las alarmas.
- **Revisión y limpieza de microprocesadores:** El Técnico y/o Auxiliar de Servicios realiza limpieza al microprocesador y aplicar limpiador electrónico.
- **Verificación de software y ajuste de set points:** El Técnico y/o Auxiliar de Servicios verifica que los set points de trabajo del equipo estén correctos con respecto a: alarmas, humedad y temperatura. En caso de encontrar modificaciones, averiguar con el cliente acerca del cambio encontrado.
- **Revisión de variadores de frecuencia:** El Técnico y/o Auxiliar de Servicios verifica que los variadores de frecuencia estén operando adecuadamente. Y que las conexiones eléctricas y de control se encuentren debidamente ajustadas.

## 7. **Revisión del fan coil y / o unidades manejadoras de aire:**

- **Limpieza de serpentín:** El Técnico y/o Auxiliar de Servicios verifica que las aletas difusoras del serpentín no estén maltratadas ni golpeadas, en caso de encontrarse maltratadas se procede a alinear con el peine de serpentines. Realizar limpieza del evaporador, en caso de presentarse alto nivel de suciedad o saturación se procede a la aplicación de desincrustante.
- **Revisión de los ventiladores:** El Técnico y/o Auxiliar de Servicios realiza la Limpieza de alabes de los ventiladores, verificación ajuste del blower y del motor.
- **Limpieza parte exterior:** Es recomendable hacerla al final del mantenimiento, para verificar posibles fisuras en la carcasa del equipo.
- **7.4 Revisión de Fugas de agua y estado del drenaje de la bandeja:** Verificar el estado de las tuberías de suministro y retorno, cerciorándose de que no se estén presentando fugas de agua y comprobando que no haya deterioro en las válvulas y accesorios Lavado de la bandeja de drenaje y al final verificar su estado, limpiar el sifón del drenaje con agua a alta presión para eliminar residuos o sedimentos en las tuberías.

- **Revisión válvulas de servicio y control** El Técnico y/o Auxiliar de Servicios mediante la operación de las temperaturas de setpoint altas y bajas temperaturas verificar el normal funcionamiento de las válvulas de control. En caso de que no se encuentre funcionando normalmente realizar el reporte para la realización del mantenimiento correctivo para el remplazo el actuador o cuerpo de la válvula. Operar las válvulas de servicio para garantizar su normal operación, cierre y apertura de las válvulas.
- **Revisión y ajuste general de motores:** El Técnico y/o Auxiliar de Servicios verifica fijación de los motores y acoples al eje. Y la correcta conexión del cableado a la bornera.
- **Revisión de filtros de Agua:** El Técnico y/o Auxiliar de Servicios realiza la limpieza de los filtros de agua en las tuberías de retorno.
- **Revisión conductos:** verifique la conexión de los conductos al equipo y que no existan fugas ni condensaciones, en caso de presentarse condensación en los conductos formular en el formato de mantenimiento correctivo el remplazo o rehabilitación del aislamiento térmico de los conductos.
- **Revisión del sistema eléctrico:** Revisión visual del estado físico y sujeción, de contactores, bimetálicos, interruptores, breacker, relevos y señalización. Aplicar limpiador eléctrico a los contactos y verificar el ajuste de las conexiones eléctricas de potencia y control.

## 8. Entrega

- **Aseo general para entrega del servicio:** El Técnico y/o Auxiliar de Servicios debe Verificar que el entorno cercano al equipo se encuentre limpio y sin residuos después de realizado el mantenimiento.
- **Puesta en marcha del equipo:** Energizar el equipo, arrancarlo y comprobar su correcta operación para entregar el servicio y se aplica el protocolo de retiro de etiquetas y candados.

## **9 Finalización del servicio**

El Técnico de Servicios termina de diligenciar el formato de Orden De Trabajo y determina si es necesario realizar un mantenimiento correctivo, registrando la novedad en la sección de observaciones haciendo claridad sobre los riesgos a que queda expuesto el equipo y diligencia el formato Reporte De Correctivo.

### **3.3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE TORRES DE ENFRIAMIENTO**

#### **DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO**

##### **1. Preparación del trabajo.**

El Jefe de Servicios y/o Coordinador de Servicios debe tramitar la solicitud del permiso para realizar el trabajo, adjuntando los documentos exigidos por el cliente y consigue la aprobación del permiso del cliente si es necesario.

##### **2. Preparación de recursos.**

El Jefe de Servicios y/o Coordinador de Servicios debe verificar que se posean las herramientas, insumos apropiados, los elementos de protección personal y de señalización necesarios para desarrollar el trabajo.

##### **3. Conocimiento del entorno.**

El Técnico de Servicios consulta el reporte de mantenimiento preventivo anterior, consulta con el cliente sobre el funcionamiento del equipo y las sugerencias que pudiera presentar.

##### **4. Revisión del Sensor de Temperatura**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios debe verificar su funcionamiento normal, comprobar lectura, y señal al variador de velocidad (si aplica).

## **5. Revisión eléctrica del circuito de la torre**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios debe medir voltajes, amperaje y comparar con la placa del motor ventilador, que se encuentren en los rangos normales, de lo contrario hacer nueva revisión del ajuste de correas y estado de rodamientos o finalmente generar un correctivo.

## **6. Revisión de la red de agua**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios debe Verificar hermeticidad del sistema, ruidos extraños, deterioro, ajuste de bases de tuberías. En la red de agua observar fugas, verificar fugas en las válvulas y asegurar su correcta operación de las válvulas, revisar el estado de manómetros y termómetros.

## **7. Inspección inicial.**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios debe identificar el tablero eléctrico de control del equipo, realizar una inspección visual y verificar la operación del equipo, que el equipo este trabajando, seguidamente debe apagar el equipo y desenergizarlo para iniciar mantenimiento y se aplica el protocolo de etiqueta y candado.

## **8. Verificación del sistema de rociadores**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios debe verificar que los aspersores estén completamente destapados, en buen estado (no deteriorados) y bien fijados.

## **9. Verificación de las celdas de relleno**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios debe verifica el grado de deterioro y contaminación del relleno. Realizar lavado con hidrolavador.

## **10. Verificación y limpieza depósito de agua o tina**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios debe realizar el drenaje total del agua del depósito, y luego su respectivo lavado, verificando que no queden residuos de óxido, agitar el agua y refregando con un cepillo de cerda dura para remover depósitos de óxido, hacer recircular el agua por el filtro (si aplica) o drenar, lavar con agua a presión restregando con el cepillo hasta garantizar una limpieza total. Verificar el correcto funcionamiento de la válvula del flotador y su estado de deterioro.

Verificar que el agua se encuentre libre de bacterias pues estas producen coloración en el agua y olores desagradables. De presentarse esta situación, se debe aplicar tratamiento químico que garantice las condiciones óptimas del fluido.

## **11. Revisión del Ventilador**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios debe verificar la sujeción al chasis del motor y el ajuste de las aspas, verificar el estado de las correas, realizar limpieza, lubricación, revisión y alineamiento de poleas y correas, verificar el nivel de aceite en las cajas reductoras de velocidad (si aplica), revisar el buen estado de los engranajes.

## **12. Revisión del Filtro de agua en la succión de las bombas hidráulicas**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios debe realizar el retrolavado del filtro para remover el sedimento acumulado, retirar el elemento filtrante para su lavado, verificar fugas y correcto armado.

## **13. Revisión Sistema de Tratamiento Químico**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios debe Verificar el correcto funcionamiento de las bombas dosificadoras de los químicos, realizar el lavado y limpieza de los recipientes de los químicos.

#### **14. Aseo general para entrega del servicio**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios debe verificar que el entorno cercano al equipo se encuentre limpio, y no exista residuos después de realizado el mantenimiento.

#### **15. Puesta en marcha del equipo**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios quita la etiqueta y el candado, energizan y dan arranque al equipo y comprobar su correcta operación para entregar el servicio.

#### **16. Revisión eléctrica del circuito de la torre**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios debe medir voltajes, amperaje y comparar con la placa del motor ventilador, que se encuentren en los rangos normales, de lo contrario. Realizar prueba de megger al motor, y hacer nueva revisión del ajuste de correas y estado de rodamientos o finalmente generar un correctivo

#### **17. Diligenciamiento de la Orden de Trabajo**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios debe diligenciar completamente al finalizar el mantenimiento el formato de orden de trabajo. Si el técnico por su competencia determina que es necesario realizar un mantenimiento correctivo registra la novedad en la sección de observaciones haciendo claridad sobre los riesgos a que queda expuesto el equipo.

#### **18. Diligenciamiento de los formatos para toma de datos**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios debe registrar los datos de las mediciones de acuerdo con el tipo de equipo en el formato Reporte de mantenimiento torre de enfriamiento.

### **3.4 MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS DE VENTILACIÓN MECÁNICA**

#### **DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO**

##### **1. Preparación del trabajo**

El Jefe de Servicios y/o Coordinador de Servicios debe tramitar la solicitud del permiso para realizar el trabajo, adjuntando los documentos exigidos por el cliente.

##### **2. Preparación de recursos**

El Jefe de Servicios y/o Coordinador de Servicios debe verificar que se tienen las herramientas necesarias, los insumos apropiados, los elementos de protección personal y de señalización.

##### **3. Conocimiento del entorno**

El Técnico de Servicios debe consultar el reporte de mantenimiento preventivo anterior, Consultar con el cliente sobre el funcionamiento del equipo y si tiene alguna sugerencia, identifique el tablero eléctrico de control del equipo.

##### **4. Revisión Eléctrica Y De Circuito De Equipo De Ventilación**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios debe medir voltajes, amperaje y comparar con la placa del motor, que estén en los rangos normales, de lo contrario hacer nueva revisión del ajuste de correas y estado de chumaceras.

##### **5. Inspección inicial**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios debe realizar una inspección visual y verificación de la operación del equipo. Verificar que el equipo este trabajando, seguidamente apagar el equipo y desenergizarlo para iniciar mantenimiento y se aplica el protocolo de etiqueta y candado.

## **6. Limpieza y verificación del estado del caracol ventilador**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios debe realizar la limpieza, verificando el estado general, pintura, grado de deterioro, deformación y desajustes. Verificar visualmente el estado de balanceo dinámico y estático para eliminar posibilidades de vibraciones.

## **7. Limpieza y verificación del estado del rotor**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios debe Realizar limpieza, verificando el estado general, estado de los álabes, ajuste de prisioneros, ajuste de tornillería y verificación de correcta rotación.

## **8. Limpieza de rejillas**

(Cada 3 meses) El Técnico y/o Auxiliar de Servicios debe bajar la rejilla y llevarla a sitio adecuado para realizar su limpieza.

## **9. Verificar el ajuste general del ventilador**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios debe revisar la sujeción del motor al chasis, ajuste de sistema de fijación entre la polea y eje del motor, de las chumaceras al eje y del rotor al eje.

## **10. Inspección de escapes de aire**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios debe verificar la conexión de conductos, lonas, empaques y tornillería.

### **11. Revisión de la base del ventilador**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios debe revisar las bases antivibratorias del equipo, teniendo en cuenta su resorte y su fijación al piso y al chasis.

### **12. Revisión del sistema evaporativo (si aplica)**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios debe verificar para Rociadores: Que están suministrando correctamente el agua al celdek y no se encuentran obstruidos por partículas, de lo contrario corregirlos. Celdek: verificar que no tenga golpes, deterioro o esté contaminado; lavado con hidrolavador (cada seis meses). Bomba: verificar el funcionamiento, que no presente ruidos extraños y realizar una limpieza exterior. Válvula flotador: verificar su funcionamiento y estado.

### **13. Limpieza final exterior del equipo**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios debe verificar el equipo y su entorno cercano, que se encuentre limpio y sin residuos después de realizado el mantenimiento.

### **14. Puesta en marcha del equipo**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios quita la etiqueta y el candado, energizan y dan arranque al equipo y comprobar su correcta operación para entregar el servicio.

### **15. Revisión Eléctrica Y De Circuito De Equipo De Ventilación**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios debe medir voltajes, amperaje y comparar con la placa del motor, que estén en los rangos normales, de lo contrario hacer nueva revisión del ajuste de correas y estado de chumaceras.

### **16. Diligenciamiento de la Orden de Trabajo**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios debe diligenciar completamente al finalizar el mantenimiento el formato orden de trabajo. Si el técnico por su competencia

determina que es necesario realizar un mantenimiento correctivo registra la novedad en la sección de observaciones haciendo claridad sobre los riesgos a que queda expuesto el equipo.

### **17. Diligenciamiento de los formatos para toma de datos**

El Técnico y/o Auxiliar de Servicios debe registrar los datos de las mediciones de acuerdo con el tipo de equipo en el formato mantenimiento preventivo ventilación.

## 4. ANÁLISIS DE DATOS

### 4.1. ANÁLISIS DE ACEITE

Para determinar si existen contaminantes dentro del sistema se pueden utilizar las siguientes herramientas:

**Humedad.** Para determinar humedad en el sistema la Mirilla (también llamada Visor), es un dispositivo auxiliar en los sistemas de Aire Acondicionado y Refrigeración que nos permite observar la condición del refrigerante en el lugar de su ubicación. Es un indicador de la condición del refrigerante cuyas funciones son, determinar su estado líquido y su contenido de humedad.

**Ácidos.** Para determinar si existen ácidos dentro del sistema se puede utilizar un Kit para prueba de acidez. La muestra puede ser tomada en el cárter del compresor es importante que la presión del cárter se encuentre a presión atmosférica. Los sistemas con refrigerantes HFC y con aceite POE son mucho más propensos a captar humedad rápidamente y generar acidez que los sistemas que usan refrigerantes y aceites tradicionales, por lo que requieren más cuidados.

**Sólidos.** Para determinar si la falla del sistema es por la obstrucción de sólidos se puede verificar una caída de presión y temperatura en el filtro deshidratador de la línea de líquido.

En la toma de datos uno de los datos más importantes es la revisión del estado del nivel de aceite en el carter del compresor, al evidenciar esta medida se pueden destacar dos condiciones.

Bajo nivel de aceite, esta condición se presenta por una fuga del mismo, la cual debe ser evidenciada y corregida de manera inmediata, garantizando en la corrección la hermeticidad del sistema la cual es fácilmente evidenciable con una prueba de presión con nitrógeno, y posteriormente una prueba de vacío por 4 o más horas de acuerdo al tamaño y condiciones del sistema. En la realización de la prueba de vacío se pueden obtener las muestras del aceite las cuales son analizados de manera rápido con una prueba de acidez.

Nivel adecuado de aceite, en caso de tener el nivel adecuado de aceite de Carter, de igual manera registrar una prueba de acidez para observar el estado del mismo.

#### **Prueba de Acidez de Aceite de Refrigerante**

El probador de acidez universal "Acid Alert" para sistemas de refrigeración permite saber si hay presencia de acidez en el sistema mediante prueba a una muestra de

aceite obtenida del cárter del compresor. Así mismo, permite conocer si el aceite está o no en condiciones de uso; en algunas ocasiones el aceite puede parecer limpio pero está ácido: hay que cambiarlo.

La presencia de ácidos en el sistema de refrigeración es indicio de una próxima quemadura del compresor. Hay que eliminar de inmediato la acidez en el sistema mediante el reemplazo de los filtros deshidratadores correspondientes en las líneas de líquido, succión, y si el sistema lo permite, en la línea de retorno de aceite.

Los sistemas con refrigerantes HFC y con aceite POE son mucho más propensos a captar humedad rápidamente y generar acidez que los sistemas que usan refrigerantes y aceites tradicionales, por lo que requieren más cuidados.

**Recuerde:** Los ácidos dentro del sistema son una de las principales causas de la quemadura de los compresores.

### Instrucciones de Operación y Seguridad

El probador de acidez universal es ideal para ser usado con todos los tipos de aceite de refrigeración, incluyendo el aceite polyolester (POE). También puede ser usado con refrigerantes 11, 113 y 123.



Fig. No. 19. Imagen de prueba de acidez, Emerson climate technologies  
Fuente, Emerson climate technologies, Probador Universal de acidez

Existen pruebas de aceites en las cuales se pueden evidenciar sólidos en suspensión las cuales pueden evidenciar el desgaste de los componentes mecánicos de las unidades de compresión.

Para la realización de este tipo de pruebas especializadas, se debe tener en consideración el costo del remplazo de compresor vs en costo del análisis de la muestra de aceite, ya que este tipo de análisis generalmente es de alto costo.

## **PROCEDIMIENTO PARA LA PRUEBA DE ACIDEZ**

Asegúrese de que el sello de ambos frascos no se encuentre violado. Si el sello está roto o no lo tiene, descarte ese probador de acidez y use otro. Cuando se encuentre listo, corte los sellos de ambos frascos.

### **Pasos:**

1. Agregue el contenido del frasco pequeño al frasco grande y agítelo bien. El color cambiará como se indica en el frasco grande.
2. Llene el frasco pequeño con aceite en el porcentaje correcto, según lo hemos indicado con anterioridad.
3. Vierta el aceite del frasco pequeño al frasco grande, tápelo y agítelo bien.
4. Espere hasta que el contenido se separe en dos capas y compare **INMEDIATAMENTE** el color de la capa de abajo con el color indicador de prueba. La interpretación es la siguiente: Color de la capa de abajo igual al color indicador de prueba: Nivel de acidez aceptable, por debajo de lo permitido. Color de la capa de abajo ligeramente púrpura, rosa o incolora: Nivel de acidez alto.
5. Si el nivel de acidez es alto, entonces limpie el sistema utilizando los filtros deshidratadores apropiados, tanto para línea de líquido como succión y asegúrese de que sean de capacidad mayor a la que normalmente requiere su sistema. Vuelva a hacer la prueba de acidez una semana después aproximadamente.
6. Si el resultado de la prueba indica excesiva acidez y usted utiliza como referencia en el llenado del frasco pequeño por favor repita la prueba utilizando un nuevo probador de acidez y llenando en menor cantidad de aceite el frasco pequeño.

## **4.2. ANALISIS DE MEDICIONES ELÉCTRICAS:**

Ya teniendo las mediciones eléctricas de Voltaje, amperaje, y aislamiento interno

Se puede evidenciar las siguientes condiciones:

Bajo nivel de voltaje,

En caso de esta ser una de las condiciones se deben revisar los siguientes aspectos.

- Fuente de energía eléctrica
- Estado de los conductores
- Ajuste de los terminales y bornes en conexiones de
- Revisión y prueba funcional de las protecciones eléctricas (Braker, Guardamotores).

En caso de que el voltaje se encuentre más alto al requerido se debe regular con un atenuador o monitor regulador de voltaje.

## **MEDICIONES DE AMPERAJE**

Se puede evidenciar la carga con la cual se encuentra trabajando los motores o los compresores, en el caso de los compresores el consumo de corrientes es directamente proporcional a la cantidad de refrigerante que tenga contenido el sistema, a mayor cantidad de refrigerante, mayor consumo de corriente, a menor cantidad de refrigerante, menor consumo de refrigerante.

En cada uno de los equipos de aire acondicionado en las placas de datos se registra la cantidad de refrigerante aplicado al sistema de refrigeración, valor que debemos tener como referencia en el momento de la aplicación del refrigerante al sistema.

De acuerdo a lo descrito en los datos de placa del equipo se puede analizar que si los niveles de refrigerante son los registrados en la placa (dato que se puede realizar realizando una recolección del refrigerante y cuantificando su peso), si en la toma de corriente se evidencia numéricamente mayor consumo de corriente, se pueden establecer las siguientes condiciones.

1. Bajo nivel de aislamiento en los bobinados internos del compresor.
2. Desgaste de algún componente mecánico interno del compresor o motor.
3. Falta de lubricación interna de los componentes mecánicos de los compresores o motores.
4. Ajuste mecánico de terminales eléctricos.

## MEDICION DE AISLAMIENTO

Con la medición del aislamiento se puede evidenciar el estado de los bobinados internos de las unidades compresoras o de los motores.

## LA MEDICIÓN DEL AISLAMIENTO

El conjunto de instalaciones y equipos eléctricos respeta unas características de aislamiento para permitir su funcionamiento con toda seguridad. Ya sea a nivel de los cables de conexión, de los dispositivos de seccionamiento y de protección o a nivel de los motores y generadores, el aislamiento de los conductores eléctricos se lleva a cabo mediante materiales que presentan una fuerte resistencia eléctrica para limitar al máximo la circulación de corrientes fuera de los conductores.

La calidad de estos aislamientos se ve alterada al cabo de los años por las exigencias a las que se someten los equipos. Esta alteración provoca una reducción de la resistividad eléctrica de los aislantes que a su vez da lugar a un aumento de las corrientes de fuga que pueden provocar incidentes cuya gravedad puede tener consecuencias serias tanto para la seguridad de personas y bienes como en los costes por paradas de producción en la industria.

Aparte de las mediciones tomadas durante la puesta en funcionamiento de elementos nuevos o renovados, el control periódico del aislamiento de las instalaciones y equipos eléctricos permite evitar dichos accidentes mediante el mantenimiento preventivo. Éste permite detectar el envejecimiento y la degradación prematura de las características de aislamiento antes de que alcancen un nivel suficiente para provocar los incidentes mencionados anteriormente.

## AISLAMIENTO Y CAUSAS DE FALLO DEL AISLAMIENTO

La medición del aislamiento mediante un megaóhmetro es parte de una política de mantenimiento preventivo, y es necesario comprender las diferentes causas posibles de degradación del rendimiento del aislamiento, para poder llevar a cabo la implantación de medidas para corregir la degradación.

Estas causas de fallo del aislamiento se pueden clasificar en cinco grupos, siempre teniendo en cuenta que estas distintas causas se suman entre ellas en

ausencia de medidas correctivas para dar lugar a los incidentes anteriormente citados

- *La fatiga de origen eléctrico:*

Relacionada principalmente con fenómenos de sobretensión y caídas de tensión.

- *La fatiga de origen mecánico:*

Los ciclos de puesta en marcha y paro, sobre todo si son frecuentes, los defectos de equilibrado de máquinas rotativas y todos los golpes directos contra los cables y, de forma más general, contra las instalaciones.

- *La fatiga de origen químico:*

La proximidad de productos químicos, de aceites, de vapores corrosivos y de modo general, el polvo, afectan el rendimiento del aislamiento de los materiales.

- *La fatiga relacionada con los cambios de temperatura:*

En combinación con la fatiga mecánica provocada por los ciclos de puesta en marcha y parada de los equipos, las exigencias de la dilatación o contracción afectan las características de los materiales aislantes. El funcionamiento a temperaturas extremas es también un factor de envejecimiento de los materiales.

- *La contaminación ambiente:*

La aparición de moho y la acumulación de partículas en entornos húmedos y calurosos provocan también la degradación de las características de aislamiento de las instalaciones.

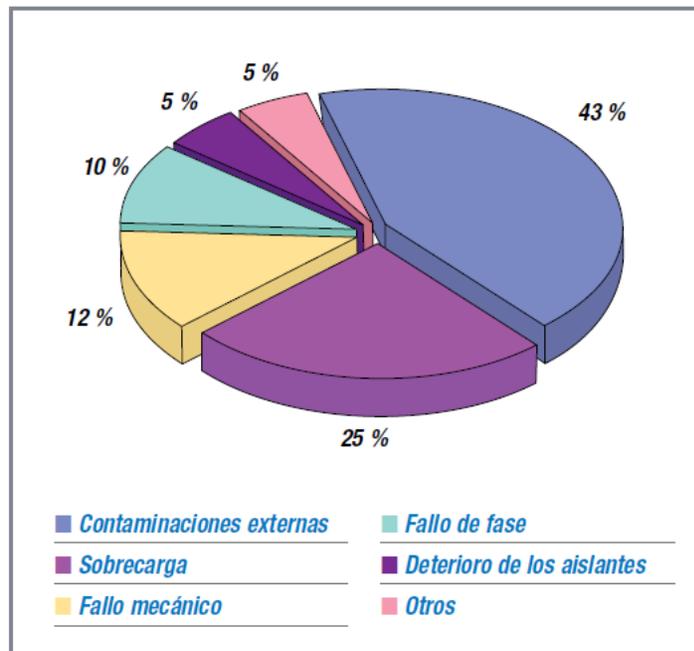


Fig. No. 20 Distribución de causas comunes de falla de motor eléctrico

## MÉTODOS DE MEDIDA E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS MEDIDA PUNTUAL O A CORTO PLAZO

Este método es el más sencillo, consiste en aplicar la tensión del ensayo durante un corto plazo de tiempo (30 ó 60 segundos) y en tomar nota del valor de la resistencia de aislamiento obtenido en este instante. Tal y como se ha mencionado anteriormente, esta medida directa de la resistencia de aislamiento se ve altamente perturbada por la temperatura y la humedad; por lo tanto es conveniente normalizar la medida a una temperatura estándar y leer el nivel de humedad para poder cotejar el resultado obtenido con las anteriores medidas.

Con este método, se puede analizar la tendencia a lo largo del tiempo, lo cual es más representativo de la evolución de las características de aislamiento de la instalación o del equipo que se está probando.

El valor obtenido también se puede comparar con los umbrales mínimos a cumplir indicados en las normas relativas a las instalaciones o a los materiales eléctricos.

La interpretación de la evolución de las medidas periódicas permite, si las condiciones de medida se mantienen idénticas (misma tensión de ensayo, mismo tiempo de medición...), establecer un diagnóstico correcto acerca del aislamiento de la instalación o del material. Además del valor absoluto, conviene analizar sobre todo la variación en función del tiempo. Así, una lectura que muestra un valor relativamente bajo de aislamiento, pero muy estable en el tiempo, es en principio menos alarmante que una gran disminución en el tiempo de una lectura de aislamiento (incluso si ésta se sitúa por encima de los mínimos recomendados).

En general, cualquier variación brusca en descenso de la resistencia de aislamiento es un indicador de un problema a indagar.

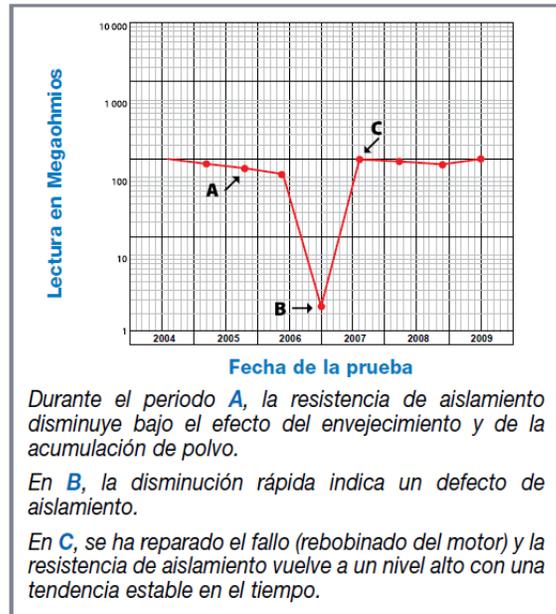


Fig. No. 21 Lectura de Aislamiento de un Motor Eléctrico

### 4.3. ANÁLISIS DE PRESIONES Y TEMPERATURAS

Esta actividad se recomienda realizarse trimestralmente, ya que en cada una de las muestras se liberaría sustancias refrigerantes al medio ambiente, y se perdería la carga de refrigerante confinada en el sistema de refrigeración.

Esta medición se recomienda sea comparada con la tabla de presión y temperatura de los refrigerantes, para con estos datos comparar la normalidad del funcionamiento con las temperaturas registradas de evaporación y condensación.

Con la medición de las presiones, se puede evidenciar la falla en los Plater de las unidades de compresión, ya que se igualan las medidas de presión en la línea de líquido y la línea de gas.

Con la tabla Presión y Temperatura, se puede determinar la temperatura de saturación de líquido en el evaporador de cada una de las sustancias refrigerantes o sea la temperatura a la cual esta se encuentra el serpentín de evaporación.

Es importante recordar que en una tabla P-T, la relación presión-temperatura es válida solamente cuando existe una mezcla de refrigerante líquido y vapor. Por lo tanto, hay solo tres lugares en el sistema de refrigeración que opera normalmente donde se puede garantizar la validez de la relación P-T. Esto es, en el

condensador, el evaporador y el recipiente, lugares donde se sabe que hay una mezcla de refrigerante líquido y vapor.

Cuando el refrigerante líquido y vapor están presentes, la condición se denomina "saturada" o "de saturación". Esto significa que si podemos determinar la presión en cualquiera de estos lugares, se puede fácilmente determinar la temperatura simplemente encontrando la presión en una tabla P-T y leyendo la temperatura correspondiente. De la misma manera, se puede medir con precisión la temperatura en esos tres lugares, también se puede determinar la presión usando la relación P-T, encontrando la presión correspondiente a la temperatura medida.

# DuPont Refrigerantes

## GUÍA DE REFERENCIA PARA BOLSILLO



(psig)  
VAPOR SATURADO

Temp. °F	DuPont® Freon®		DuPont® Suva®						DuPont® ISCEON®					Temp. °C
	12 R-12	22 R-22	134a R-134a	MP39 R-401A	404A R-404A	407C R-407C	410A R-410A	507 R-507	MO29 R-422D	MO49Plus R-437A	MO59 R-417A	MO79 R-422A	MO99 R-438A	
-40	11.0"	0.6	14.8"	13.8"	4.3	4.6"	10.7	5.4	2.3"	12.5"	7.6"	3.1	5.2	-40
-38	10.0"	1.4	13.9"	12.9"	5.3	3.2"	12.0	6.4	0.8"	11.5"	6.3"	4.1	3.8	-39
-36	8.9"	2.2	13.0"	11.9"	6.3	1.6"	13.3	7.5	0.4	10.4"	4.9"	5.1	2.3	-38
-34	7.8"	3.1	12.0"	10.9"	7.4	0.1"	14.7	8.6	1.2	9.3"	3.5"	6.1	0.8	-37
-32	6.7"	4.0	10.9"	9.8"	8.5	0.8	16.2	9.8	2.1	8.1"	2.1"	7.2	0.4	-36
-30	5.5"	4.9	9.8"	8.7"	9.6	1.6	17.7	11.0	3.0	6.9"	0.5"	8.3	1.2	-34
-28	4.3"	5.9	8.7"	7.5"	10.8	2.5	19.3	12.2	3.9	5.6"	0.5	9.5	2.1	-33
-26	3.0"	6.9	7.5"	6.2"	12.0	3.5	20.9	13.5	4.9	4.2"	1.3	10.7	3.0	-32
-24	1.7"	8.0	6.3"	5.0"	13.3	4.4	22.6	14.8	5.9	2.8"	2.2	11.9	3.9	-31
-22	0.3"	9.1	5.0"	3.6"	14.6	5.4	24.4	16.2	7.0	1.4"	3.1	13.2	4.9	-30
-20	0.5	10.2	3.7"	2.2"	16.0	6.5	26.2	17.6	8.1	0.1	4.0	14.6	5.9	-29
-18	1.3	11.4	2.3"	0.8"	17.4	7.6	28.1	19.1	9.2	0.8	5.0	16.0	7.0	-28
-16	2.0	12.6	0.8"	0.3	18.9	8.7	30.0	20.6	10.4	1.6	6.0	17.4	8.1	-27
-14	2.8	13.9	0.4	1.1	20.4	9.9	32.0	22.2	11.7	2.5	7.0	18.9	9.2	-26
-12	3.6	15.2	1.1	1.9	22.0	11.1	34.1	23.8	12.9	3.4	8.1	20.5	10.4	-24
-10	4.5	16.5	1.9	2.8	23.6	12.3	36.3	25.5	14.3	4.3	9.2	22.1	11.6	-23
-8	5.3	17.9	2.8	3.6	25.3	13.7	38.5	27.2	15.6	5.2	10.4	23.7	12.9	-22
-6	6.2	19.4	3.6	4.5	27.0	15.0	40.8	29.0	17.1	6.2	11.6	25.4	14.2	-21
-4	7.2	20.9	4.6	5.4	28.8	16.4	43.2	30.9	18.5	7.2	12.8	27.2	15.6	-20
-2	8.1	22.4	5.5	6.4	30.7	17.9	45.7	32.8	20.1	8.3	14.1	29.1	17.0	-19
0	9.1	24.0	6.5	7.4	32.6	19.4	48.2	34.8	21.7	9.4	15.5	30.9	18.5	-18
2	10.1	25.7	7.5	8.5	34.6	21.0	50.8	36.8	23.3	10.5	16.9	32.9	20.0	-17
4	11.2	27.4	8.5	9.5	36.6	22.6	53.5	38.9	25.0	11.7	18.3	34.9	21.6	-16
6	12.3	29.2	9.6	10.7	38.7	24.3	56.3	41.1	26.7	12.9	19.8	37.0	23.2	-14
8	13.4	31.0	10.8	11.8	40.9	26.1	59.2	43.4	28.5	14.2	21.3	39.1	24.9	-13
10	14.6	32.8	11.9	13	43.1	27.9	62.2	45.7	30.4	15.5	22.9	41.4	26.6	-12
12	15.8	34.8	13.1	14.2	45.4	29.8	65.2	48.0	32.3	16.9	24.6	43.6	28.4	-11
14	17.0	36.8	14.4	15.5	47.8	31.7	68.4	50.5	34.3	18.3	26.3	46.0	30.3	-10
16	18.3	38.8	15.7	16.9	50.2	33.7	71.6	53.0	36.4	19.7	28.1	48.4	32.2	-9
18	19.6	40.9	17.0	18.2	52.7	35.7	74.9	55.6	38.5	21.2	29.9	50.9	34.2	-8
20	21.0	43.1	18.4	19.6	55.3	37.9	78.4	58.2	40.7	22.8	31.7	53.5	36.2	-7
22	22.4	45.3	19.9	21.1	58.0	40.1	81.9	61.0	42.9	24.4	33.7	56.1	38.3	-6
24	23.8	47.6	21.3	22.6	60.7	42.3	85.5	63.8	45.2	26.0	35.7	58.8	40.5	-4
26	25.3	50.0	22.9	24.2	63.5	44.7	89.2	66.7	47.6	27.8	37.7	61.6	42.8	-3
28	26.8	52.4	24.5	25.8	66.4	47.1	93.1	69.6	50.1	29.5	39.9	64.5	45.1	-2
30	28.4	55.0	26.1	27.4	69.3	49.6	97.0	72.7	52.6	31.3	42.0	67.5	47.5	-1
32	30.0	57.5	27.8	29.1	72.4	52.1	101.1	75.8	55.2	33.2	44.3	70.5	49.9	0
34	31.7	60.2	29.5	30.9	75.5	54.8	105.2	79.0	57.9	35.1	46.6	73.6	52.5	1
36	33.4	62.9	31.3	32.7	78.7	57.5	109.5	82.3	60.6	37.1	49.0	76.8	55.1	2
38	35.1	65.7	33.1	34.6	82.0	60.3	113.9	85.7	63.5	39.2	51.5	80.1	57.7	3
40	36.9	68.6	35.0	36.5	85.4	63.2	118.4	89.2	66.4	41.3	54.0	83.5	60.5	4
42	38.7	71.5	37.0	38.5	88.8	66.1	123.0	92.7	69.4	43.5	56.6	87.0	63.3	6
44	40.6	74.5	39.0	40.5	92.4	69.2	127.7	96.4	72.5	45.7	59.3	90.5	66.3	7
46	42.6	77.6	41.1	42.6	96.0	72.3	132.6	100.1	75.6	48.0	62.0	94.2	69.3	8
48	44.6	80.8	43.2	44.8	99.8	75.5	137.5	104.0	78.9	50.4	64.8	97.9	72.3	9
50	46.6	84.1	45.4	47.0	103.6	78.8	142.6	107.9	82.2	52.9	67.8	101.8	75.5	10
52	48.7	87.4	47.7	60.4	109.2	101.7	148.4	112.0	86.1	55.6	71.1	105.4	78.7	11
54	50.9	90.8	50.0	63.0	113.3	105.6	153.8	116.2	89.8	58.4	74.4	109.4	81.9	12
56	53.1	94.4	52.4	65.7	117.4	109.6	159.3	120.4	93.6	61.1	77.7	113.4	85.1	13
58	55.3	98.0	54.9	68.4	121.7	113.7	164.9	124.7	97.4	63.9	81.1	117.4	88.3	14
60	57.6	101.6	57.4	71.2	126.0	117.9	170.7	129.2	101.4	66.6	84.4	121.4	91.5	15
62	60.0	105.4	60.0	74.1	130.5	122.3	176.6	133.7	105.4	69.3	87.7	125.4	94.7	16
64	62.4	109.3	62.7	77.0	135.0	126.7	182.7	138.4	109.6	72.2	91.0	129.4	97.9	17
66	64.9	113.2	65.4	80.0	139.7	131.2	188.9	143.1	113.8	75.1	94.3	133.4	101.1	18
68	67.5	117.3	68.2	83.1	144.4	135.8	195.3	148.0	118.1	78.0	97.6	137.4	104.3	19
70	70.1	121.4	71.1	86.3	149.3	140.5	201.8	153.0	122.6	80.9	100.9	141.4	107.5	20
72	72.7	125.7	74.1	89.5	154.3	145.4	208.4	158.1	127.1	83.8	104.2	145.4	110.7	21
74	75.5	130.0	77.1	92.8	159.4	150.3	215.2	163.3	131.6	86.7	107.9	149.4	113.9	22
76	78.2	134.5	80.2	96.2	164.6	155.3	222.2	168.6	136.1	89.6	111.6	153.4	117.1	23
78	81.1	139.0	83.4	99.7	169.9	160.5	229.3	174.1	140.6	92.5	115.3	157.4	120.3	24
80	84.0	143.6	86.7	103.2	175.4	165.8	236.5	179.6	145.1	95.4	119.0	161.4	123.5	25
82	87.0	148.4	90.0	106.8	181.0	171.2	244.0	185.3	150.0	98.3	122.7	165.4	126.7	26
84	90.0	153.2	93.5	110.6	186.7	176.8	251.6	191.1	154.9	101.2	126.0	169.4	129.9	27
86	93.2	158.2	97.0	114.4	192.5	182.4	259.3	197.1	159.8	104.1	129.2	173.4	133.1	28
88	96.3	163.2	100.6	118.2	198.4	188.2	267.3	203.1	164.7	107.0	132.4	177.4	136.3	29

\*: Mediciones en pulgadas de Hg.

Fig. no. 22 Tabla presión vs. temperatura de refrigerantes

Fuente: [http://www2.dupont.com/Refrigerants/es\\_MX/assets/downloads/Tabla%20PT%20Frente%20y%20Vuelta\\_Nov2011.pdf](http://www2.dupont.com/Refrigerants/es_MX/assets/downloads/Tabla%20PT%20Frente%20y%20Vuelta_Nov2011.pdf)

## 5. RUTINAS DE MANTENIMIENTO O CHECK LIST

A continuación se plantean las rutinas recomendadas de acuerdo al promedio dado según los manuales de mantenimiento de los fabricantes de equipos de aire acondicionado

**M** = Mensual **B** = Bimestral **T** = Trimestral **A** = Anual

### 5.1. ENFRIADORES DE AGUA

	<b>M</b>	<b>B</b>	<b>T</b>	<b>A</b>
* Inspección visual y verificación de la operación del equipo.	<b>x</b>			
* Limpieza interior y exterior del equipo.	<b>x</b>			
* Verificación de ruidos y vibración.	<b>x</b>			
* Revisar presión de succión, descarga y de aceite.		<b>x</b>		
* Revisar Nivel de Aceite del Carter del Compresor.		<b>x</b>		
* Medición de Consumo Eléctrico y Voltaje en Compresores y Ventiladores		<b>x</b>		
* Medición de aislamiento de motores y compresores			<b>x</b>	
* Verificar Carga de Refrigerante.		<b>X</b>		
* Limpieza de Serpentes Condensadores.		<b>X</b>		
* Verificación de alarmas y protecciones		<b>x</b>		
* Revisión de lubricación en general.		<b>X</b>		
* Revisar temperaturas de entrada y salida.		<b>X</b>		
* Pruebas de disparo y alarma de todos los dispositivos de protección				<b>x</b>
* Revisión y ajuste de microprocesadores. ( si se requiere )				<b>x</b>
* Verificación y ajuste de set points. ( si se requiere )				<b>x</b>
* Verificación de instrucciones del software. ( si se requiere )				<b>x</b>
* Puesta en funcionamiento para verificar la correcta operación del equipo.	<b>X</b>			
* <b>Propuestas de Mejora.</b>	<b>X</b>			

## 5.2. UNIDADES MANEJADORAS

- \* Inspección visual y verificación de la operación del equipo.
- \* Limpieza interior y exterior de la unidad.
- \* Verificación de ruidos y vibración.
- \* Limpieza de bandejas de drenaje.
- \* Toma de lecturas de voltaje y corriente de motores eléctricos.
- \* Medición de aislamientos de motor
- \* Verificar operación y calibración del termostato de operación.
- \* Limpieza, Lavado o Reemplazo de medio filtrante. (si se requiere)
- \* Limpieza de serpentines.
- \* Limpieza del rotor del ventilador.
- \* Lubricación en general. (si se requiere)
- \* Revisión del alineamiento del acople de los motores. (si se requiere)
- \* Revisión y ajuste tensión de correas. (si se requiere)
- \* Ajuste tornillos de ensamble.
- \* Revisión de válvulas solenoides, verificación de su operación.
- \* Revisión de Motores eléctricos.
- \* Revisión y ajuste de elementos eléctricos.
- \* Limpieza contactos eléctricos, bimetálicos de protección e iluminación de señalización.
- \* Determinar temperaturas de entrada y salida del serpentín evaporador.
- \* Puesta en funcionamiento para verificar la correcta operación del equipo.
- \* **Propuesta de Mejora.**

M	B	T	A
X			
X			
X			
X			
		x	
X			
	x		
	X		
	X		
		x	
	x		
	X		
	X		
	X		
	X		
	X		
X			
X			

### 5.3. SISTEMAS DE VENTILACIÓN MECÁNICA

- \* Inspección visual y verificación de la operación del equipo.
- \* Limpieza interior y exterior de la unidad.
- \* Verificación de ruidos y vibración.
- \* Toma de lecturas de voltaje y corriente de motores eléctricos.
- \* Medición de aislamiento de motor
- \* Revisión alineación de poleas y tensión de correas.
- \* Revisión ajuste de rotor al eje.
- \* Ajuste de pernos de rotor, poleas y chumaceras.
- \* Verificación de la conexión a los conductos. ( si se requiere )
- \* Inspección del estado de controles del equipo.
- \* Inspección de los cables y contactos eléctricos.
- \* Puesta en funcionamiento para verificar la correcta operación del equipo.
- \* **Propuesta de Mejora**

M	B	T	A
X			
X			
X			
X			
		X	
		X	
		X	
		X	
X			
X			
X			

### 5.4. EQUIPOS TIPO SPLIT

#### 5.4.1. UNIDAD MANEJADORA

- \* Inspección visual y verificación de la operación del equipo.
- \* Limpieza interior y exterior de la unidad.
- \* Verificación de ruidos y vibración.
- \* Limpieza de bandejas de drenaje.
- \* Toma de lecturas de voltaje y corriente de motores eléctricos.

M	B	T	A
x			
x			
x			
x			
x			

- \* Medición de aislamiento de motor
- \* Verificar operación y calibración del termostato de operación.
- \* Limpieza, Lavado o Reemplazo de medio filtrante. (si se requiere)
- \* Limpieza de serpentines.
- \* Limpieza del rotor del ventilador.
- \* Lubricación en general. (si se requiere)
- \* Revisión del alineamiento del acople de los motores. (si se requiere)
- \* Revisión y ajuste tensión de correas. (si se requiere)
- \* Ajuste tornillos de ensamble.
- \* Revisión de válvulas solenoides, verificación de su operación.
- \* Revisión de Motores eléctricos.
- \* Revisión y ajuste de elementos eléctricos.
- \* Limpieza contactos eléctricos, bimetálicos de protección e iluminación de señalización.
- \* Determinar temperaturas de entrada y salida del serpentín evaporador.
- \* Puesta en funcionamiento para verificar la correcta operación del equipo.
- \* **Propuesta de Mejora.**

			X	
X				
	X			
	X			
	X			
		X		
	X			
	X			
	X			
	X			
	X			
	X			
	X			
	X			
X				
X				

#### 5.4.2. UNIDAD CONDENSADORA

- \* Inspección visual y verificación de la operación del equipo.
- \* Limpieza interior y exterior de la unidad.
- \* Verificación de ruidos y vibración.
- \* Limpieza del rotor del ventilador.
- \* Limpieza de serpentín.
- \* Lavado y peine de serpentín. (si se requiere)
- \* Lubricación en general. (si se requiere)
- \* Revisión del ajuste y estado de motores eléctricos.
- \* Revisión presión refrigerante. (si se requiere)

M	B	T	A
X			
X			
X			
	X		
	X		
	X		
		X	
	X		
	X		

- \* Chequeo mirilla de líquido. (si se requiere)
- \* Revisión de válvulas de servicio, verificación de su operación.
- \* Revisión y ajuste de elementos eléctricos.
- \* Determinar temperaturas de entrada y salida del aire de condensación.
- \* Toma de lectura de amperaje y voltaje de los compresores.
- \* Medición de aislamiento de motor y compresor
- \* Inspección visual de la tubería para determinar su estado y aislamiento.
- \* Puesta en funcionamiento para verificar la correcta operación del equipo.
- \* **Propuesta de Mejora.**

	<b>x</b>		
		<b>x</b>	
			<b>x</b>
<b>x</b>			
		<b>x</b>	

### 5.5. TORRES DE ENFRIAMIENTO

- \* Inspección visual y verificación de la operación del equipo.
- \* Verificación presiones de agua.
- \* Revisión de fugas de agua.
- \* Limpieza de drenajes.
- \* Inspección ventilador, ajuste de tornillos, tensión de correas y revisión de poleas
- \* Inspección general de la red de agua.
- \* Inspección de rodamientos y bujes en general.
- \* Revisión funcionamiento bombas de agua.
- \* Lubricación general. (si se requiere)
- \* Revisión válvula flotador del tanque.
- \* Verificación funcionamiento de válvulas.
- \* Inspección tablero eléctrico, ajuste de conexión, chequeo y limpieza de contactores, revisión luces piloto y fusibles.
- \* Revisión y calibración de dispositivos de control, protecciones eléctricas y electrónicas.
- \* Limpieza y ajuste de controles eléctricos.
- \* Revisión y ajuste de cables de terminales y borneras.
- \* Revisión temperatura del agua.
- \* Limpieza general del equipo.

<b>M</b>	<b>B</b>	<b>T</b>	<b>S</b>	<b>A</b>
<b>x</b>				
	<b>x</b>			
<b>x</b>				



- \* Limpieza contactos eléctricos, bimetálicos de protección e iluminación de señalización.
- \* Determinar temperaturas de entrada y salida del serpentín.
- \* Toma de lectura de amperaje y voltaje de los compresores.
- \* Medición de aislamiento de motores y compresores
- \* Revisión y ajuste de microprocesadores. (si se requiere)
- \* Verificación y ajuste de set points. (si se requiere)
- \* Puesta en funcionamiento para verificar la correcta operación del equipo.
- \* **Propuesta de Mejora.**

	X		
	X		
	X		
		X	
			X
			X
X			
X			

### 5.7 TABLEROS ELÉCTRICOS

- Verificación de voltajes y amperajes de ventilador y bomba de agua.
- Ajuste general de contactos.
- Inspección del cableado.
- Inspección de luces piloto.
- Revisión operación controles.
- Limpieza del tablero y contactos de todos los elementos.

M	B	T	S	A
X				
X				
X				
X				
X				
X				

## 6. FORMATOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Se replantean los formatos de mantenimiento preventivo para incluir las mediciones de aislamiento de los diferentes componentes a los que se les realiza esta medición.

### 6.1 FORMATO DE ORDEN DE TRABAJO

ORDEN DE TRABAJO No.	FECHA				
	DÍA	MES	AÑO		
					
CLIENTE: _____	CONTRATO No. _____				
DIRECCIÓN: _____	TELÉFONO: _____				
CONTACTAR A: _____	CARGO: _____				
EQUIPO: _____					
TECNICO: _____					
HA SIDO ASIGNADO PARA ADELANTAR ESTE TRABAJO EN SUS DEPENDENCIAS					
OBRA A ADELANTAR	<input type="checkbox"/> Preventivo	<input type="checkbox"/> Visita Técnica	<input type="checkbox"/> Emergencia		
	<input type="checkbox"/> Garantía	<input type="checkbox"/> Otros _____	<input type="checkbox"/> Correctivo		
MATERIALES EMPLEADOS					
ITEM	CANT.	UNID.	DESCRIPCION		
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
OBSERVACIONES					
CALIFICACIÓN DEL SERVICIO:					
Por favor califique de 1 a 5, siendo 1 malo y 5 excelente.					
	1	2	3	4	5
Trato del personal asignado					
Presentación personal de los empleados					
Calidad del servicio prestado					
Orden y aseo del personal					
Cumplimiento de la programación y/o tiempo de respuesta					
INICIACIÓN		CULMINACIÓN		HORAS EMPLEADAS	
FECHA:	HORA:	FECHA:	HORA:	FECHA:	HORA:
AUTORIZADO POR (Nombre legible)		CLIENTE (Nombre legible)		TÉCNICO (Nombre legible)	

BOGOTÁ: Calle 128 No. 45 A 41PBX 6'64582 Fax 6253004 gerenciabogota@airecaribe.com  
 BARRANQUILLA: Calle 50 No 4164 PBX 3792249 Fax 340'854 barranquilla@airecaribe.com  
 MEDELLÍN: Kra 70 No 24-201PBX 2564771 Fax 2562478 Cel 3006574656 asimedellin@airecaribe.com  
 YOPAL: CRA 23 No 17-96 Piso 1 PBX 63407'0 directoroperativoyopal@airecaribe.com

Fig. No. 23 Formato de Orden de Trabajo

## 6.2 FORMATO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO AIRE ACONDICIONADO

 <b>MANTENIMIENTO EQUIPOS AIRE ACONDICIONADO</b>		Localidad: _____					
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="3">FECHA</th> </tr> <tr> <td style="width: 33%;">DÍA</td> <td style="width: 33%;">MES</td> <td style="width: 33%;">AÑO</td> </tr> </table>		FECHA			DÍA
FECHA							
DÍA	MES	AÑO					
TAG N°: _____		Tipo de Permiso: _____					
N°: _____		Certificado N°: _____					
<input type="checkbox"/> <b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>							
<b>DESCRIPCIÓN EQUIPO</b>							
<b>ÁREA</b>	<b>CAPACIDAD</b>	<b>UBICACIÓN</b>					
<b>COMPRESORES</b>	VOLTAJE	L1 L2					
		L2 L3					
		L3 L1					
	MANTENIMIENTO	A1					
		A2					
		A3					
	PRESIÓN	ALTA					
		BAJA					
	ACEITE	L1 L2					
		L2 L3					
		L3 L1					
	FUGAS DE	L1 T					
		L2 T					
		L3 T					
	Los Refrigerantes CFC						
Tipo de Refrigerante							
<b>REVISIÓN FUNCIONAL</b> <input type="checkbox"/>							
<b>LABORES REALIZADAS</b>							
<b>MENSUAL</b>							
Limpieza de Serpentes							
Limpieza de rotor del ventilador							
Limpieza de drenajes y bandejas							
Limpieza o cambio de medio filtrante							
Verificar alineamiento poleas							
Revisión y tensión correas							
Limpieza del tablero y contactos eléctricos							
Limpieza de máquina							
Ajuste general de tornillos							
Revisión panel de alarmas							
Revisión humidificador							
Revisión resistencias							
Prueba control de temperatura							
Desincrustada de serpentes							
<b>TRIMESTRAL</b>							
Prueba control de alta							
Prueba control de baja							
Prueba control de aceite							
Limpieza de rejillas y difusores							
Tipo de refrigerante							
<b>RECOMENDACIONES</b>							
Reponer bombillos de señalización							
Pintura de equipos							
Cambio de manómetros							
Cambio de ventilador							
Cambio rubates: mts.							
Cambio de rejillas y/o difusores							
Cambio de rodamientos y/o bujes							
Otros (Observaciones)							
<b>Calibración de Presostatos</b>							
	ALTA	BAJA	Condensación				
			Rango      Diferencial				
<p>T.A.E.S: Temperatura del Aire A. a la entrada del serpentín</p> <p>T.A.S.S: Temperatura del Aire A. a la salida del serpentín</p> <p><b>OBSERVACIONES:</b></p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p><b>TIEMPO DE SERVICIO:</b></p> <p>HORA INICIO: _____ HORA TERMINACION: _____</p> <p>HORA INICIO: _____ HORA TERMINACION: _____</p> <p><b>PERSONAL TÉCNICO:</b></p> <p>Nombre: _____ Cargo: _____</p> <p>Nombre: _____ Cargo: _____</p> <p>Nombre: _____ Cargo: _____</p> <p>Charla Diaria _____</p> <p><b>INFORMACIÓN DEL CLIENTE Y/O REPRESENTANTE ASIGNADO</b></p> <p>Nombre Completo: _____ Firma: _____ Ext. _____</p> <p>Nombre Completo: _____ Firma: _____ Ext. _____</p>							

Fig. No. 24 Formato reporte de mantenimiento de equipos de aire acondicionado



## 6.4. FORMATO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO O ACTIVIDAD ADICIONAL

	<b>REPORTE DE ADICIONALES</b> _____	<b>FECHA</b>		
	Locación _____	DÍA	MES	AÑO
<b>LABOR A ADELANTAR</b> Preventivo <input type="checkbox"/> Garantía <input type="checkbox"/>	Visita Técnica <input type="checkbox"/> Otros: _____	Emergencia <input type="checkbox"/>	Correctivo <input type="checkbox"/>	
TAG N°: _____	AREA _____			
TIPO DE PERMISO: _____	N°: _____	CERTIFICADO N°: _____		
TECNICO RESPONSABLE: _____	URGENTE SI ___ NO ___			
Causa Probable del daño: _____				
En que consiste el correctivo? _____				
<b>Repuestos a utilizar:</b>				
<b>Item</b>	<b>Descripcion</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cant.</b>	
<b>Infraestructura requerida:</b>				
Bomba de vacío <input type="checkbox"/>	Equipo soldadura <input type="checkbox"/>	Escalera <input type="checkbox"/>		
Recuperador de Gas <input type="checkbox"/>	Hidrolavador <input type="checkbox"/>	Nitrógeno <input type="checkbox"/>		
Lbs Refrigerante CFC <input type="checkbox"/>	Tipo de Refrigerante <input type="checkbox"/>			
Otro: _____				
Procedimiento: (descripción paso a paso de la forma en que se realizará este correctivo)				
<b>OBSERVACIONES:</b>				
<b>TIEMPO DE SERVICIO:</b>				
	HORA INICIO: _____	HORA TERMINACION: _____		
	HORA INICIO: _____	HORA TERMINACION: _____		
<b>PERSONAL TÉCNICO:</b>				
	Nombre: _____	Cargo: _____		
	Nombre: _____	Cargo: _____		
	Nombre: _____	Cargo: _____		
	Nombre: _____	Cargo: _____		
<b>Charla Diaria</b> _____				
<b>INFORMACIÓN DEL CLIENTE Y/O REPRESENTANTE ASIGNADO</b>				
Nombre Completo: _____	Firma: _____	Ext. _____		
Nombre Completo: _____	Firma: _____	Ext. _____		
Nombre Completo: _____	Firma: _____	Ext. _____		

Fig. No. 26 Formato reporte de mantenimiento correctivo o adicional

## **7. MEJORAMIENTO CONTINUO EN LA PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE MANTENIMIENTO**

Como base fundamental del mejoramiento continuo se aplicara el ciclo PHVA de la siguiente manera:

Con la realización de cada una de las actividades anteriormente descritas en las rutinas de mantenimiento, se lograra la reducción de fallas, y el deterioro temprano de cada uno de los equipos.

Efectuar la supervisión del personal técnico, con la finalidad de realizar la totalidad de las actividades de mantenimiento planteadas para cada uno de los equipos de aire acondicionado o ventilación mecánica.

De acuerdo a las evidencias que realice el personal técnico o de supervisión en la ejecución de cada uno de los mantenimientos de los equipos, se registraran para tomar accion sobre las mimas y poder predecir daños futuros.

La aplicación de este modelo fue puesto en práctica para el contrato de mantenimiento de los equipos de aire acondicionado y ventilación mecánica que actualmente tiene Aire Caribe S.A. con la empresa Ecopetrol S.A. Dentro de los cuales se registraron las siguientes acciones de mejora.

1. Mediciones eléctricas y de aislamiento: con esta actividad se logró evidenciar el estado de las bobinas de los motores y compresores, con lo cual se logró predecir el fallo de los equipos, y realizar la reparación o reemplazo de los componentes de manera controlada y planeada.
2. Análisis de aceites con la ejecución de esta actividad, se pudo evidenciar los compresores que estaban presentando deterioro en sus lubricantes, con lo cual se planeó el remplazo del aceite y se logró el mejoramiento de la condición de trabajo mecánico de los compresores.
3. Lubricación periódica de chumaceras: con esta realización de esta actividad se está logrando disminuir la frecuencia de remplazo de estos componentes.
4. Reemplazo Programado de Rodamientos de Motores: con la realización de esta actividad se está logrando disminuir el daño eléctrico de los motores de condensación el cual estaba siendo causado por la falla en los rodamientos los cuales al perder su lubricación generaban mayor carga dinámica y recalentamiento al motor.

Adicional a lo anterior se implementara la medición de indicadores de tiempo medio entre fallas para cada uno de los equipos, para con esto poder tener un resultado estadístico de los mantenimientos correctivos realizados.

## 8. BASES DE DATOS

Aire caribe s.a. actualmente cuenta con 2 sistemas de información los cuales son Synergy, y Click Idea

### **Synergy:**

en este sistema se plantea almacenar la información referente a órdenes de trabajo, reportes de mantenimientos, reportes de correctivos y acciones de mejora; esto mediante la asignación de TAG o código para cada uno de los equipos; estos reportes será escaneados e ingresados a SYNERGY para luego ser almacenados en carpetas digitales cada una de las intervenciones que se realice el equipo, teniendo así la facilidad de poder tener almacenada la información para consulta en el momento que se requiera ya sea por el personal técnico y o de supervisión.

### **Click Idea:**

Este es un sistema de información que se encuentra en prueba actualmente en Aire Caribe S.A. con el cual se registra las visitas realizadas por cada uno de los técnicos a cada equipo de aire acondicionado o de ventilación mecánica, este se registra a través de un TAG electrónico instalado a cada equipo el cual en el momento de la visita de mantenimiento, ser leído electrónicamente por un dispositivo de lectura VOT, Este tag es registrado por un dispositivo móvil el cual tiene comunicación en línea con los servidores de click idea servidor en el cual se almacena la información de las visitas, y esta información puede ser tomada por el supervisor, ingresando al portal de CLICK IDEA a través de internet.

En esencia cada uno de los sistemas de información tiene su función específica, con Click idea, se verificara que la totalidad de los equipos sean intervengan, y en Synergy se almacenaran los reportes de mantenimiento de cada equipo.

## 9. CONCLUSIONES

El realizar un documento con el objetivo de plantear un plan de gestión para aplicación en mantenimiento de los sistemas de aire acondicionado y ventilación mecánica para el departamento de servicios de aire caribe s.a. ha permitido tener una guía práctica a la hora de realizar los servicios de mantenimiento.

Con la toma de datos como los son mediciones eléctricas, mediciones de presiones, mediciones de temperatura, se ha podrá dar un diagnóstico del estado del sistema de refrigeración y por ende una evaluación del estado de los equipos de aire acondicionado y ventilación mecánica a los que Aire Caribe S.A. presta los servicios de mantenimiento.

Con la puesta en práctica de las anteriores recomendaciones se podrá brindar un mejor servicio de mantenimiento a cada uno de nuestros clientes, incrementando la disponibilidad y confiabilidad de los equipos de aire acondicionado y ventilación mecánica.

Fidelización de clientes, ya que con la aplicación de cada uno los procedimientos mencionados anteriormente, la disponibilidad de los equipos y los tiempos por paradas inesperadas de los equipos se verán reducidos sustancialmente.

La realización de este trabajo escrito ha generado una evaluación de cómo se están prestando los servicios de mantenimientos de los equipos de aire acondicionado y ventilación mecánica en Aire Caribe s.a. permitiendo proponer con pasos adicionales a los que procedimientos ya establecidos el posible mejoramiento del servicio.

La documentación de información tomada en cada una de las ordenes de trabajo, y los datos y mediciones tomadas en cada uno de los mantenimientos preventivos nos permitirá alimentar una base de datos, la cual servirá como medio de consulta para el análisis de fallas que se presenten o poder intervenir cada uno de los equipos realizando las predicciones necesarias, antes de que ocurra la falla o paro total de los equipos.

## BIBLIOGRAFIA

1. BORRAS PINILLA Carlos, módulo de principios de mantenimiento, especialización en gerencia de mantenimiento, Marzo 2013
2. Catalogo TRANE Air cooled Series R Rotary Liquid Chiller. Model RTAA 70 to 125 Tons.
3. [http://www.construmatica.com/construpedia/Archivo:Fan\\_Coil\\_1.jpg#file](http://www.construmatica.com/construpedia/Archivo:Fan_Coil_1.jpg#file)
4. Chauvin Arnoux Iberica, s.a. Cat. Guia de medición de Aislamiento, Marzo de 2010
5. Catalogo YORK Millenium Centrifugal Liquid Chillers Model YT Design Level.
6. GARCIA CASTRO Alonso, módulo de mantenimiento predictivo: análisis de vibraciones y termografía, especialización en gerencia de mantenimiento, 2013
7. Ministerio de medio ambiente, unidad técnica de Ozono UTO, buenas prácticas en refrigeración, recuperación y reciclaje de refrigerantes.
8. PINZÓN HERNÁNDEZ, Rodrigo. Revista Acaire Edicion no. 62, julio – agosto de 2011