

PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE MANTENIMIENTO
BASADO EN CONDICIÓN PARA EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO EN
SUCURSALES BANCARIAS DE NORTE DE SANTANDER.

Presentado por

YORDY EDUARDO RINCÓN VERGEL

OSCAR JAVIER ROJAS FERNÁNDEZ

JONNATHAN LOZADA GUIZA

Asesor

Ing. Miguel Ángel Urián Tinoco

Esp. En Gerencia de Mantenimiento.

UNIVERSIDAD ECCI.

DIRECCIÓN DE POSGRADOS

BOGOTÁ D.C

AGOSTO 2018

Abstract

At work we can see an application of a predictive maintenance program based on current quality and its condition of the equipment, the plan was thinking as an application to bank branches in the department of Norte de Santander exactly in its capital Cucuta, where it is presented serious Problems with thermal comfort due to the fact that the city has very rough conditions due to the hot weather, and also formats and alerts that are given depending on the analysis of the inspection that is done monthly according to the plan, and are determined a few times to solve the problem by predicting the failure that is going to occur because these bank branches cannot lose their thermal comfort as their computer node would leave the system which seriously affects the availability of the bank platform by preventing or generating the use of this which results in the loss of money, in order to improve the indicator It is about the availability and reliability of branch equipment to avoid unexpected stops.

RESUMEN

Mediante el presente trabajo se busca presentar la aplicación de un programa de mantenimiento basado en condición en calidad de corrientes y la condición del activo, el plan fue desarrollado para ser aplicado a sucursales bancarias en el departamento de Norte de Santander exactamente en su capital Cúcuta, donde se presenta serios problemas con el confort térmico debido a que la ciudad tiene unas condiciones agrestes por las altas temperaturas, igualmente se diseñan formatos y alertas que se emiten teniendo en cuenta el análisis de la inspección, se plantea para que sea efectuada en ciclos mensuales, se establecen tiempos predeterminados para resolver el inconveniente prediciendo la falla que se puede presentar. Estas sucursales bancarias no pueden perder su confort térmico ya que su nodo informático sale del sistema y esto afecta gravemente la disponibilidad de la plataforma del banco impidiendo o generando el no uso de esta lo que se traduce en pérdida de dinero, con el fin de mejorar los indicadores de disponibilidad y confiabilidad de los equipos de la sucursal para evitar sus paradas imprevistas.

Contenido

1. Título de la investigación	10
2. Problema de investigación	11
2.1 Descripción del problema	11
2.2 Planteamiento del problema	12
2.3 Sistematización del Problema	12
3. Objetivos	12
3.1 Objetivo general	12
3.2 Objetivos específicos	12
4. Justificación y delimitación de la investigación	13
4.1 Justificación	13
4.2 Delimitación	14
4.3. Limitaciones	15
5. Marco Conceptual	15
5.1 Estado del arte	15
5.1.1 Estado del arte Escala local	15
5.1.2 Estado del arte Nacional	18
5.1.3 Estado del arte Escala internacional	20
5.2 Marco teórico	22
5.2.1 Generalidades del mantenimiento	22
5.2.2 Definición del Análisis de Criticidad.	23
5.2.3 Generalidades	24
5.2.4 Tipos de mantenimiento	26
5.2.5 Mantenimiento centrado en confiabilidad	28
5.2.6 Mantenimiento Basado en condición	28
5.2.7 Generalidades del aire acondicionado	30
5.2.8 Componentes que tiene un aire acondicionado sencillo	31
5.3 MARCO NORMATIVO O LEGAL	31
6. Marco Metodológico	33
6.1 Recolección de la información	33
6.1.1 Tipo de investigación	33
6.1.2 Fuentes de Obtención de la Información	33
6.1.2.1 Fuentes de información primarias	33

6.1.2.2 Fuentes de información Secundarias	34
6.1.3. Herramientas	34
6.1.4 Metodología	34
6.1.5 Recopilación de la información	35
6.2 Análisis de la información	39
6.3 Propuesta De Solución	43
7. Resultados	45
7.1 Resultados Esperados	46
8. Análisis Financiero.	46
8.1 Costos financieros Del Proyecto	46
9. Conclusiones y Recomendaciones	47
9.1 Conclusiones	47
9.2 Recomendaciones	48
Bibliografía	49

Lista de figuras

Ilustración 1 Segmento del formato para anotación de información de muestra del plan de mantenimiento	36
Ilustración 2 Grafica de corriente de placa de aire acondicionado	36
Ilustración 3 Grafica de amperaje VS mes de medida de la muestra	37
Ilustración 4 Grafica de amperaje a los equipo de muestreo	38
Ilustración 5 Grafica de corriente a equipos criticos	38
Ilustración 6 Tabla tomada del formato de las inspeccion a los equipos	39
Ilustración 7 tabla con los equipos de la sucursal #1	40
Ilustración 8 tabla con los equipos de la sucursal #2	40
Ilustración 9 tabla con los equipos de la sucursal #3	40
Ilustración 10 tabla con los equipos de la sucursal #4	41
Ilustración 11 tabla con los equipos de la sucursal #5	41
Ilustración 12 tabla con los equipos de la sucursal #6	41
Ilustración 13 tabla con los equipos de la sucursal #7	42
Ilustración 14 tabla con los equipos de la sucursal #8	42
Ilustración 15 tabla con los equipos de la sucursal #9	42
Ilustración 16 Formato de implementación de mantenimiento	43
Ilustración 17 Grafica de amperaje VS numero de medidas tomadas	45
Ilustración 18 cuadro con el presupuesto detallado del proyecto	47

GLOSARIO

Actuadores: Dispositivo capaz de transformar energía hidráulica, neumática o eléctrica en la activación de un proceso con la finalidad de generar un efecto sobre un proceso automatizado. (<https://es.wikipedia.org/wiki/Actuador>, 2016)

Antideflagrantes: Que elimina o reduce el peligro de explosión.
(<https://dirae.es/palabras/antideflagrante>, 2004)

Bitácora: Es un cuaderno en donde apuntan de forma cronológica todas las actividades que comprende el proyecto, soluciones, avances, observaciones, posible obstáculo en el proyecto, resultados y, todo tipo de información.
(<https://www.significados.com/bitacora/>, 2014)

Climatizadores: Aparato fundamental en el tratamiento del aire en las instalaciones de climatización. (<https://es.wikipedia.org/wiki/Climatizador>, 2009)

Cogeneración: Es un sistema de producción de energía con alta eficiencia ya que, simultáneamente, durante el proceso de generación se obtienen energía eléctrica y energía térmica a la vez a partir de la energía primaria.
(<https://es.wikipedia.org/wiki/Cogeneraci/B3n>, 2015)

Condensación: Es el cambio en la materia de una sustancia a una fase más densa, como por ejemplo de gas a líquido. (<https://www.ciclohidrologico.com/condensacin>, s.f.)

Confiabilidad: Se puede definir como la capacidad de un producto de realizar su función de la manera prevista (Arturo García Santillán)

Confort térmico: Es cuando el organismo mantiene su equilibrio térmico, es decir, su temperatura interna se mantiene dentro de los límites fisiológicos normales, sin que sea necesario realizar ajustes de adaptación al medio ambiente en el que se encuentra.

(Preveconar, 2016) por políticas del banco es de 24 °C

Disponibilidad: Aptitud de una entidad para ser capaz de asegurar una función requerida en las condiciones dadas, en un instante dado o durante un periodo de tiempo dado (Norma X 60-500)

Des humidificación: Reducción de la humedad relativa del ambiente de una habitación o un lugar cerrado. (mundohvacr, s.f.)

Intercambiadores de Calor: Es un dispositivo diseñado para transferir calor de un fluido a otro, sea que estos estén separados por una barrera sólida o que se encuentren en contacto. (quiminet.com, 2006)

Mantenibilidad: Es la propiedad de un sistema que representa la cantidad de esfuerzo requerida para conservar su funcionamiento normal o para restituirlo una vez se ha presentado un evento de falla. (Asociación española para la calidad, s.f.)

Nodo Informático: un nodo es un punto de intersección o unión de varios elementos que confluyen en el mismo lugar (www.ecured.cu/Nodo)

Ruedas Entálpicas: para el sistema de ventilación que emplea a un contra - flujo de calor entre la entrada y de salida del flujo de aire. (Ing. Tania Carbonell Morales, s.f.)

Termografías: Es una técnica que permite determinar temperaturas a distancia y sin necesidad de contacto físico con el objeto a estudiar. (academiatesto, s.f.)

Tribología: Es la ciencia que estudia la fricción, el desgaste y la lubricación que tienen lugar durante el contacto entre superficies sólidas en movimiento. (autoform, s.f.)

Trigeneración: Es un sistema de cogeneración al que se ha incorporado una máquina de absorción/adsorción para lograr la refrigeración cuando interesa. (absorsistem, s.f.)

1. Título de la investigación

Implementación de un modelo de mantenimiento basado en condición para equipos de aire acondicionado en sucursales bancarias de Norte de Santander.

2. Problema de investigación

2.1 Descripción del problema

Las entidades bancarias prestan sus servicios de diferentes formas entre ellas medios electrónicos, servicio directo en sus instalaciones y corresponsales bancarios. Teniendo en cuenta lo anterior cada vez el volumen de transacciones manejado directamente en sus instalaciones es menor, aunque es tradicional ir al banco a hacer transacciones bancarias en especial para segmentos poblacionales entre los 40 y 80 años, otra característica para las transacciones desarrolladas directamente en las oficinas bancarias es que allí es donde se ejecutan las transacciones con valores más altos.

Para el funcionamiento adecuado de las oficinas bancarias se hace necesario contar con sistemas de aire acondicionado que garanticen la operatividad de los equipos de comunicación, procesadores de datos además de mantener un confort térmico dentro de las instalaciones, teniendo como base la relevancia del impacto que causa la falta de Aire acondicionado en sucursales bancarias ubicadas en localidades con temperaturas superiores a 25 °C como las ubicadas en el departamento de Norte de Santander, lo que conlleva a pérdidas por hora según análisis de riesgo es aproximadamente 9.000 millones de pesos, ya que se afectan nodos informáticos, transacciones, BPR (daciones), cajeros automáticos entre otros.

Para evitar todo este tipo de afectaciones se deben realizar diferentes maniobras, entre ellas la instalación de equipos portátiles los cuales generan sobrecostos tanto en equipos y mano de obra, adicional a lo anterior el tiempo de puesta a punto de equipos es de aproximadamente 18 días.

2.2 Planteamiento del problema

¿Qué parámetros se deben medir como base en el desarrollo del plan de mantenimiento por condición para el sistema de aire acondicionado en entidades bancarias en Norte de Santander?

2.3 Sistematización del Problema

- ¿Qué tipo de metodología se debe estudiar para identificar los tipos de mantenimiento existentes más adecuado para este caso?
- ¿Cómo definir las herramientas de mantenimiento a utilizar?
- ¿Qué modelo se debe generar para el desarrollo de la metodología a seguir?

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Desarrollar un plan de mantenimiento predictivo para los equipos de aire acondicionado en sucursales bancarias del Norte de Santander, el cual permita una reducción considerable en las afectaciones mensuales a la continuidad del negocio

3.2 Objetivos específicos

- Establecer la situación actual de los equipos de aire acondicionado en sucursales bancarias para establecer oportunidades de mejora.

- Estudiar las metodologías de mantenimiento existentes, identificar y definir cuál es el más adecuado para aplicar a los activos estudiados.
- Generar un modelo de aplicación y seguimiento para el desarrollo de la metodología a proponer.

4. Justificación y delimitación de la investigación

4.1 Justificación

Esta investigación se hace con el fin de proponer un plan de mantenimiento basado en condición para los equipos de aire acondicionados instalados en las sucursales bancarias en norte de Santander, Actualmente existe un plan de mantenimiento preventivo y correctivo y la importancia de estos es garantizar el confort térmico de los clientes y funcionarios; por normativa de la entidad Bancaria un confort por encima de 24 °C se puede evaluar como crítico. según información suministrada por el banco en el mes de junio del año 2017 la zona Cúcuta fue la numero 1 en afectaciones a la continuidad del negocio y por tal razón se exigió un plan de choque de manera urgente ya que las pérdidas por esto eran altas en comparaciones a otras regiones con similitud en clima tales como barranquilla e Ibagué, por ende la compañía solicitó una visita a campo del coordinador electromecánico para identificar posibles causas de los numerosos fallos presentamos en el primer semestre del 2017; la visita se realizó en el mes de junio y se detectó :

1. Equipos en total abandono
2. Equipos con piezas faltantes
3. Ductos pegados con cinta

4. Personas sin seguridad social
5. Personas con mala actitud
6. Los cuartos donde se encuentran los equipos son usados como bodegas de material.

En julio del 2017 se tomo la decisión de retirar al proveedor y con el registro de evidencias aplicar una multa de 25 SMLV(salario mínimo legal vigente), en el mes de agosto empezó la renegociación del contrato con un nuevo proveedor que tenía presencia en la ciudad de Medellín y se le realizaron 3 exigencias

1. Personal del proveedor de Medellín en Cúcuta
2. Realizar este proyecto de mantenimiento basado en condición
3. Disponibilidad 24/7 para emergencias

El proveedor acepto los términos e inició con el mantenimiento y puesta a punto de los equipos en el mes de agosto. Al inicio del proyecto se presentaron problemas por disponibilidad de repuestos, en lo cual se ha trabajado día tras día con un stock de repuestos y consumibles mensuales. Además la meta es aumentar el indicador de disponibilidad y confiabilidad de los equipos de aire acondicionado de las sucursales bancarias de Cúcuta en Norte de Santander

4.2 Delimitación

Delimitamos el plan de mantenimiento basado en condición para las máquinas de aire acondicionado en las sucursales bancarias de una entidad bancaria en específico en la zona de Norte de Santander específicamente en la ciudad de Cúcuta, ya que surge de la necesidad de mantener un confort térmico para los clientes, funcionarios y nodos informáticos, este se realizará desde agosto del 2017 hasta abril del 2018.

4.3. Limitaciones

Las limitaciones que se han expresado frente al proyecto son netamente temas de seguridad bancaria, ya que no se permite usar el nombre de la entidad bancaria para el desarrollo de la investigación.

El desarrollo de la investigación nos llevará a la implementación de unos formatos para la medición de los parámetros que nos darán las alertas para poder definir cómo están los componentes o la máquina de aire acondicionado, hacer la parada programada o buscar soporte por parte de los proveedores para no llegar a falla.

5. Marco Conceptual

5.1 Estado del arte

5.1.1 Estado del arte Escala local

Propuesta Para La Optimización Del Sistema De Ventilación De La Universidad ECCI Edificio Sede P; Por: Ing. Christian Camilo Alfonso Pulido e Ing. John Edison Grajales Rodríguez.

En este trabajo se plantea una solución para mejorar las elevadas temperaturas en el interior de las aulas y las oficinas de las instalaciones de la sede P de la universidad ECCI, ya que se está viendo afectado los niveles de confort de las personas que interactúan dentro de las instalaciones y se plantea como objetivo principal: Generar una propuesta para optimizar el sistema de ventilación de la universidad ECCI edificio sede P.

Para el desarrollo del proyecto se tendrá en cuenta la solución planteada para mejorar el sistema de aire acondicionado de la universidad al igual que los resultados finales del proyecto. (Rodríguez.)

**Propuesta De Un Plan De Mantenimiento Para Maximizar La Confiabilidad En Los Sistemas De Aire Acondicionado De Una Empresa Del Sector Telecomunicaciones,
Por: Camilo Andrés Rojas Suarez.**

En este proyecto se evidencia que en los centros de atención a clientes y en sedes administrativas de una compañía de telecomunicación no se cuenta con un plan de mantenimiento para los equipos de aire acondicionado y por lo tanto se propone un plan de mantenimiento que maximice la confiabilidad en equipos de Aire Acondicionado con el fin garantizar un ambiente de confort en las instalaciones; para el desarrollo de la investigación se tendrá en cuenta la metodología expuesta en el anterior proyecto con respecto al plan de mantenimiento y las recomendaciones planteadas para el desarrollo de las actividades de mantenimiento. Para el desarrollo del proyecto se tendrá en cuenta la propuesta del plan de mantenimiento planteada al igual que las recomendaciones y objetivos de la investigación. (Suarez)

Investigación De Estándares Para Las Labores De Mantenimiento; por: Ing. Welmar Gerraen Gutiérrez Rodríguez y el Ing. Javier Antonio Zúñiga Pardo.

En este documento se tiene como objetivo Promover la importancia que tiene el conocimiento de la estandarización para el desarrollo de las tareas ejecutadas por el área de mantenimiento; y cuyo propósito será mejorar los resultados en los distintos indicadores de gestión y actividades para determinada empresa, dando como resultado final la calidad de su producto o servicio prestado, para el desarrollo del proyecto se tendrá en cuenta El desarrollo de la investigación ya que nos llevará a la implementación de Estándares para la elaboración de tareas en área de mantenimiento. (Welmar Gutiérrez)

Análisis De La Mejora En Los Procesos De Mantenimiento De La Empresa COCA-COLA FEMSA, Por: Hernán Camilo Delgadillo Calderón, Fabián Andrés González Londoño y Diego Orlando Núñez Sandoval.

Este trabajo tuvo como fin la realización de una consultoría a la empresa Coca-Cola FEMSA el primer paso fue crear o tener el estado de los activos de la empresa y/o organización y se comparó con la auditoría del año 2016 para poder ver la mejorar que se obtuvo y con base al proceso que se mejoró se modifica los procesos que no hicieron mejora para poder realizar lo estipulado en el proyecto.

Para el desarrollo del proyecto se tendrá en cuenta las propuestas y recomendaciones planteadas para el análisis del estado actual de los mantenimientos y se aplicarán al plan de mantenimiento de sistemas de aire acondicionado. (Hernán Delgadillo)

Análisis De La Situación Actual De La Gestión De Activos En Pequeñas Empresas De Transporte En Bogotá frente a Las Políticas De PAS 55 (Futura ISO 55000),

por: Ing. Carlos Alberto Sierra Flores e Ing. Leonardo Rodríguez Rodríguez

Este proyecto tiene como objetivo optimizar toda la gestión de mantenimiento dentro del ciclo de vida de los activos de las organizaciones, para disminuir costos, aumentar su actividad y fortalecer los ingresos, se tiene como objetivo optimizar toda la gestión de mantenimiento dentro del ciclo de vida de los activos de las organizaciones, para disminuir costos, aumentar su actividad y fortalecer los ingresos, su objetivo principal es: Interpretar el provecho o perjuicio de la aceptación de la gestión de activos, en las empresas dedicadas a prestar servicios de transporte en Bogotá con base a la reglamentación y parámetros expuestos en el borrador de la futura norma ISO 55000. Para el desarrollo del proyecto se tendrá en cuenta la investigación y análisis del borrador ISO 55000. (Carlos Sierra)

5.1.2 Estado del arte Nacional

En el año 2017 el ingeniero Camilo Botero desarrolla el artículo” cómo diseñar, instalar, operar y mantener sistemas climatización alto desempeño parte 1” en el cual buscaba dar principios básicos de los estándares para O&M (mantenimiento y operatividad) basándose en normas poco conocidas en Colombia. A partir de lo anterior este artículo se puede aplicar en el mantenimiento y operatividad del presente proyecto. (Botero, Primera parte de cómo diseñar, instalar, operar y mantener sistemas de climatización de alto desempeño, 2017)

En el año 2017 el ingeniero Camilo Botero desarrolla el artículo “Segunda parte de cómo diseñar, instalar, operar y mantener sistemas de climatización de alto desempeño” en el cual buscaba dar principios básicos de los estándares para O&M (mantenimiento y operatividad). A partir de lo anterior este artículo se puede aplicar en el mantenimiento y operatividad del presente proyecto y mencionaron temas relacionados con climatización de alto desempeño, las fases de un proyecto, aseguramiento de calidad, y el tema de eficiencia energética bajo el concepto de BEQ (Building Energy Quotient), ahora continuaremos desglosando este último concepto y otras fases de planeación de un excelente diseño de HVAC. (Botero, Segunda parte de cómo diseñar, instalar, operar y mantener sistemas de climatización de alto desempeño, 2017)

En el año 2017 el ingeniero Camilo Botero desarrolla el artículo “Última parte de esta temática que trata sobre cómo diseñar, instalar, operar y mantener sistemas de climatización de alto desempeño” según (Botero, 2017) se dan referencia de bases o conceptos básico para mantenimiento y/o operatividad como lo son la construcción, uso y mantenimiento y el entregable final.

En el año 2017 el Ingeniero Alfredo Sotolongo escribe el artículo “torres de enfriamientos” según (Sotolongo, 2017) se generan variables para tener en cuenta los indicadores permitidos de trabajo de los equipos que dan información, estos equipos merece mucha más atención por los constructores de estos, operadores y encargados del mantenimiento, la confiabilidad del equipo depende del manejo realizado, en los sistemas de aire acondicionado, si se justifica, se colocan enfriadores llamados chillers

de condensación por agua, porque normalmente llegan a tener 50% menor consumo que los enfriados por aire. En la industria, la aplicación es mejor usar agua que aire ya que es más económico.

5.1.3 Estado del arte Escala internacional

Estudio comparativo del método de cálculo de carga térmica para sistemas de aire acondicionado en buques por: Carlos Rodríguez, Sarría López, Juan Fajardo

Cuadro, Ricardo Lugo Villalba (Carlos Rodríguez, s.f.)

Esta publicación da a conocer un estudio que da comparación entre lo recomendado por la Society of Naval Architects e Marine Engineers -SNAME- para el diseño de sistemas de aire acondicionado en barcos y proceso de diseño de carga térmica CLTD / CLF creada por American Society of Heating, Refrigeración e Ingenieros de Aire Acondicionado -ASHRAE-.

Para el desarrollo de la investigación se tendrá en cuenta la metodología expuesta en el anterior proyecto con respecto al estudio de la carga térmica en pro de mejorar el confort térmico en las sucursales bancarias de norte de Santander. (Carlos Rodríguez)

“Implementación de mantenimiento preventivo/predictivo en equipo biomédico en el colegio mexicano del seguro social por: Aaron Donís Magallón”

El Instituto Mexicano del Seguro Social, que carece de un plan de mantenimiento basado en confiabilidad de los datos y mantenimiento por el departamento de mantenimiento, hace seguimiento al proceso del área de mantenimiento guiándose por la normativa actual, adoptándose el plan preventivo de mantenimiento con la

normatividad, así creando la hoja de vida de los activos y poder dar confiabilidad a los equipos médicos necesarios en las distintas áreas. (Magallon)

<http://www.uttt.edu.mx/CatalogoUniversitario/imagenes/galeria/62A.pdf>

Elaboración de un programa general de mantenimiento para los equipos de aire acondicionado de las instalaciones del gran casino margarita por: JUAN JOSE MORENO PEREZ (file:///D:/Documentos%20Usuario/Downloads/000130945.pdf)

en este proyecto se logró desarrollar un plan de mantenimiento que permitiera optimizar el rendimiento de equipos de aire acondicionado esto conlleva a disminuir fallas y controlar todas las actividades de mantenimiento además de parametrizar datos y rutinas de mantenimiento aplicadas para el desarrollo del proyecto se tendrá en cuenta la metodología que logró desarrollar el plan de mantenimiento ya que los resultados fueron positivos disminuyendo la fallas además que se asimila ya que el mantenimiento lo lleva a cabo personal tercerizado. (Pérez)

Propuesta de operación y mantenimiento de los sistemas de aire acondicionado del centro monaca por: JOSE DANIEL MANUMEL MESA

<http://159.90.80.55/tesis/000156886.pdf>

En este documento se tomaron en cuenta varios aspectos que abarcan el mejoramiento de los planes de mantenimiento dirigidos a equipos de aire acondicionado de una expansión del molino nacional. Para la implementación del proyecto se tomó en cuenta la mejora operacional fundamentada en indicadores de clase mundial que llevará al banco a una confiabilidad alta en los equipos de aire acondicionado. (Mesa)

“Diseño de un programa de mantenimiento basado en condición, Enfocado a la mejora de la efectividad de los activos rotativos” por: Cristian Mundarain

Castañeda

El proyecto se dio para esquematizar un boceto de CBM para la efectividad de equipos de acción rotativa en la planta Supe metanol C.a., para bajar MTTF, y así generar un ahorro en mantenimiento. En la implementación y diseño del croquis se tomó en cuenta el esquema del plan de mantenimiento planificado en este plan ya los resultados obtenidos fueron positivos, se disminuyó los paros no programados. (Mundarain)

5.2 Marco teórico

Para el desarrollo de la presente investigación se tendrán en cuenta diferentes referentes teóricos con base en los cuales se espera establecer la metodología a usar en la propuesta de solución, se tendrán en cuenta los temas: Generalidades de mantenimiento, análisis de criticidad, tipos de mantenimiento y Mantenimiento basado en condición Desarrollar (Generalidades de mantenimiento, análisis de criticidad, tipos de mantenimiento, generalidades de aire acondicionado)

5.2.1 Generalidades del mantenimiento

Durante más de 25 años, ha habido un aumento creciente de reconocimiento de la importancia estratégica de Mantenimiento. Uno de los factores que ha impulsado esta situación ha sido la presión continua sobre los costos atribuibles a Mantenimiento.

También ha crecido la conciencia de la parte de exposición al riesgo de una corporación por cuenta de Mantenimiento. A veces, esto es impulsado por los cambios legislativos referentes a la seguridad industrial y al cuidado del medio.

Otras veces, lo impulsa el entendimiento cada vez mayor del efecto dramático que la administración de Mantenimiento puede tener en la calidad del producto final. Aunque el costo es lo que generalmente recibe la mayoría de la atención a nivel corporativo, lo relacionado con la administración del riesgo es igual de importante y es un asunto vital en la administración responsable de los activos físicos.

Una de las características de los hechos catastróficos es su efecto duradero en la imagen de la empresa, aunque haya apabullantes razonamientos morales y legales que los expliquen. Darse cuenta de esto es parte del progreso continuo de un Mantenimiento que incluye muchas herramientas avanzadas de negocio y cambios de pensamiento.

A medida que ha crecido el reconocimiento de la importancia estratégica de Mantenimiento, también han crecido los esfuerzos para controlar y administrar mejor esta función. Existen un gran número de métodos, herramientas y sistemas computarizados que ofrecen ser capaces de optimizar el Mantenimiento, mejorar el desempeño o reducir costos asociados con la administración de Mantenimiento.

Una de las herramientas en el arsenal administrativo es la medición. A pesar de los cambios en la manera de pensar y de los esfuerzos de la administración, la manera de usar los indicadores claves de desempeño (KPI por sus siglas en inglés), permanece igual a como se ha hecho siempre.

5.2.2 Definición del Análisis de Criticidad.

En la publicación de (PDVSA E & P Occidente 2002., 2002) explica que es una metodología que permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, En función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones. Para realizar un Análisis de Criticidad se debe: definir un alcance y propósito para el análisis, establecer los criterios de evaluación y seleccionar un método de evaluación para jerarquizar la selección de los sistemas objeto del análisis.

El objetivo de un Análisis de Criticidad es establecer un método que sirva de instrumento de ayuda en la determinación de la jerarquía de procesos, sistemas y equipos de una planta compleja, permitiendo subdividir los elementos en secciones que puedan ser manejadas de manera controlada y auditable.

¿Qué beneficios se obtienen de este análisis? La información recolectada en el estudio podrá ser utilizada para:

- Priorizar órdenes de trabajo de operaciones y mantenimiento.
- Priorizar proyectos de inversión.
- Diseñar políticas de mantenimiento.
- Seleccionar una política de manejo de repuestos y materiales.
- Dirigir las políticas de mantenimiento hacia las áreas o sistemas más críticos.

5.2.3 Generalidades

El Análisis de Criticidad es una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, direccionando el esfuerzo y los recursos en áreas donde sea más importante y/o necesario mejorar la Confiabilidad Operacional, basado

en la realidad actual. El mejoramiento de la Confiabilidad Operacional de cualquier instalación o de sus sistemas y componentes, está asociado con cuatro aspectos fundamentales: confiabilidad del proceso, confiabilidad humana, confiabilidad de los equipos y mantenimiento de los equipos

Como calcular indicador de confiabilidad

La confiabilidad está en función del MTTR y MTBR

$$R = f(\text{MTTR}, \text{MTBR})$$

R = confiabilidad

MTTR= tiempo medio entre reparación

MTBR= tiempo medio entre falla

$$R = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} \times 100$$

$$\text{MTBF} = \frac{H_t}{p} \times 100$$

$$\text{MTTR} = \frac{H_p}{P} \times 100$$

H_t= Horas trabajadas del equipo durante el periodo de evaluación

P= número de paradas en el periodo de evaluación

H_p= número de horas parada en el periodo de evaluación

Como calcular indicador de disponibilidad

$$\text{disponibilidad} = \frac{\text{horas totales} - \text{horas paradas mtto}}{\text{horas totales}}$$

5.2.4 Tipos de mantenimiento

Aunque podría establecerse diferentes clasificaciones de mantenimiento atendiendo a las posibles funciones que se le atribuyen a este, así como a la forma en que se desarrollan y a donde se quieran aplicar, así mismo lo que se quiere lograr con el método de mantenimiento, son innumerables las posibilidades y métodos que se pueden aplicar, sin embargo se dirán a continuación los tipos de mantenimiento que más se apliquen a lo que se quiere conseguir con este proyecto es construcción.

- **Mantenimiento Correctivo**

Aquel que corrige los defectos observados en los equipamientos o instalaciones, es la forma más básica de mantenimiento y consiste en localizar averías o defectos y corregirlos o repararlos.

- **Mantenimiento Preventivo**

En las operaciones de mantenimiento, el mantenimiento preventivo es el destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante la realización de revisión y reparación que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad,

- **Mantenimiento Predictivo**

Es una técnica para pronosticar el punto futuro de falla de un componente de una máquina, de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse, con base en un

plan, justo antes de que falle. Así, el tiempo muerto del equipo se minimiza y el tiempo de vida del componente se maximiza.

- **Mantenimiento basado en condición**

Es una metodología o técnica de mantenimiento, también conocida como “Mantenimiento Predictivo”, que se realiza con base en las condiciones o parámetros de los equipos, en los que se establecen algunos límites o ventanas operacionales y se verifica el comportamiento de dichos parámetros o límites establecidos, mediante algunas tecnologías.

- **Mantenimiento productivo total**

Mantenimiento productivo total es una filosofía originaria de Japón, el cual se enfoca en la eliminación de pérdidas asociadas con paros, calidad y costes en los procesos de producción industrial

- **Mantenimiento centrado en confiabilidad**

El objetivo fundamental de la implantación de un Mantenimiento Centrado en Fiabilidad o RCM en una empresa es aumentar la fiabilidad de la instalación, es decir, disminuir el tiempo de parada de planta por averías imprevistas que impidan cumplir con los planes de producción. Los objetivos secundarios pero igualmente importantes son aumentar la disponibilidad, es decir, la proporción del tiempo que la planta está en disposición de producir, y disminuir al mismo tiempo los costes de mantenimiento

5.2.5 Mantenimiento centrado en confiabilidad

En el libro (Moubray, 1992) dice que RCM reconoce que todo tipo de mantenimiento es válido y da pautas para decidir cuál es el más adecuado en cada situación. Al hacer esto, ayuda a asegurarse de que el tipo de mantenimiento escogido para cada equipo sea el más adecuado y evita los dolores de cabeza y problemas que siguen a la adopción de una política general de

Mantenimiento para toda una empresa.

(Moubray, 1992)

5.2.6 Mantenimiento Basado en condición

Según (Lisbeth, 2017) El Mantenimiento basado en la Condición (CBM) proviene de un supuesto racional que la reparación o sustitución del preventivo de los componentes del equipo sería debido si se realizaran justo con anterioridad antes de que aparezca una falla. El objetivo de este Mantenimiento es lograr la máxima edad útil de cada activo físico antes de darlo de baja.

Esta aplicación nace de un contexto en el cual el Mantenimiento normalmente es situado para un valor integral y se caracteriza en una mezcla de tareas y es la unión de actividad de correctivo/preventivo, y sin pensar en condición del activo como mantenimiento. Con base en esto, los desafíos de reforma que se enfrentan las administraciones son los siguientes:

- Un alto costo de mantenimiento ocasionado por;

- Altas frecuencia de las tareas
- Alta dedicación horas/hombre
- Inconvenientes de disponibilidad de los activos.
- Recambio por finalización de Vida Útil de los equipos.
- No hacer matriz de criticidad de los equipos.
- Fallas repetitivas, por falta de análisis de los mismos.

Para tener un mantenimiento óptimo se empieza por un buen plan del Mantenimiento teniendo en cuenta la Disponibilidad de los equipos y evitando llevando el MTTF a cero.

Las ventajas que se obtendrán después de la implementación de las tareas de mantenimientos Predictivos CBM son las siguientes:

- Control de indicadores que informen sobre los estados de los equipos, logrando extender los tiempos de los mantenimientos hasta llegar muy cerca al fallo funcional.
- Detectar y predecir los desgastes críticos y las posibles rupturas.

5.2.7 Generalidades del aire acondicionado

De acuerdo a (Goribar, 1997) plantea que acondicionar el aire es controlar su temperatura, húmeda distribución y pureza, Su objeto es procurar la comodidad de los ocupantes de residencias, lugar de trabajo etc., o bien en la industrial mantener productos alimenticios o para funcionamiento de equipo de la industria.

COMO FUNCIONA UN AIRE ACONDICIONADO

En la unidad exterior es donde está el motor o compresor que es el encargado de, como su propio nombre indica, comprimir el gas. Al comprimirse el gas se convierte en estado líquido y su temperatura aumenta.

A continuación es impulsado hacia el condensador, que es el “radiador” que hay en la máquina exterior. Si tienes aire acondicionado podrás observar lo que se explica y verás cómo en su funcionamiento este expulso aire caliente. Pues bien, llegado al condensador lo que se hace es robarle calor y este proceso se llama sub-enfriamiento.

Al robarle calor el gas empieza a convertirse en estado gaseoso (aunque no del todo) iría una mezcla de gas líquido y gaseoso hasta la válvula de expansión. La válvula de expansión lo que produce es una pérdida de carga en el refrigerante, produciendo una bajada de la presión y de la temperatura del gas. Este proceso es igual que cuando usamos un desodorante en aerosol.

Tenemos un gas líquido y al presionar el aerosol se pulveriza y sale frío.

Una vez le hemos bajado la presión y la temperatura al gas este se dirige hacia el evaporador, que es la unidad interior de nuestro aire acondicionado, allí lo que se hace es calentar el gas y este proceso se llama sobrecalentamiento.

De esta manera es como conseguimos enfriar la habitación de casa, ya que el gas tiene menor temperatura que el aire de la habitación. El aire pasa a través del evaporador enfriándose y a su vez robándole calor al gas refrigerante así se logró enfriar la sala.

Luego ese calor que se le ha robado a la habitación, a través del gas, es absorbido por el compresor, que a su vez sirve para refrigerar el mismo ya que el gas que le retorna aun llega frío.

5.2.8 Componentes que tiene un aire acondicionado sencillo

Según (arnabat, 2016) los componentes de un aire acondicionado son:

1. Unidad interior (contiene el vapor)
2. Válvula de expansión
3. Unidad exterior (contiene el condensador)
4. Compresor
5. Gas refrigerante
6. Termostato

5.3 MARCO NORMATIVO O LEGAL

NORMAL	DEFINICIÓN
ASHRAE Standard 202-2013	La norma 202-2013 describe cómo planear, conducir y documentar esta parte vital de un proyecto exitoso. Los apéndices informativos proporcionan documentación de muestra, que incluye listas de

	<p>verificación, manual de sistemas, informes, plan de capacitación y más. (http://www.undp.org/eo/handbook, 2013)</p>
<p>Guideline 1.1- 2007 -- HVAC&R Technical Requirements for The Commissioning Process</p>	<p>Describe el proceso de puesta en marcha capaz de verificar que una instalación y sus sistemas cumplen con los requisitos del proyecto del propietario. Los procedimientos, métodos y requisitos de documentación en esta guía describen cada fase de la entrega del proyecto y los procesos de puesta en marcha asociados desde el diseño previo hasta la ocupación y la operación. (MINTIC, 2015)</p>
<p>RETIQ ETIQUETADO ENERGÉTICO</p>	<p>El proyecto, desarrollado entre los años 2012 y 2017, trabajó en la eliminación de barreras claves para la comercialización masiva de equipos eficientes energéticamente con actividades enfocadas en fortalecer la estructura de ejecución de normas y etiquetado obligatorio, desde diferentes líneas de trabajo. (etiqueta energética, 2016)</p>
<p>RITE</p>	<p>El Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (Rite) es el decreto español que regula el diseño y afirma y sustenta las instalaciones de climatización (ventilación, calefacción y refrigeración) y de generación de agua caliente sanitaria. Tiene por objetivo promulgar las necesidades de eficiencia energética y seguridad que deben guardar las instalaciones térmicas en los inmuebles destinadas a atender la demanda de bienestar e higiene de las personas, durante su diseño y dimensionado, realización,</p>

	sostenimiento y uso, así como establecer los procedimientos que permitan acreditar su cumplimiento. (Minetad, s.f.)
--	--

6. Marco Metodológico

6.1 Recolección de la información

6.1.1 Tipo de investigación

El método de investigación que se llevó a cabo para lograr el desarrollo e implementación fue la metodología observacional, una vez se definió el tipo de investigación y el alcance se empezó con la recolección de datos desde el 2016 aprovechando que se maneja un Software de mantenimiento.

6.1.2 Fuentes de Obtención de la Información

6.1.2.1 Fuentes de información primarias

- técnicos en sitio
- software de mantenimiento
- manuales de equipos
- directores de servicio en la sucursal
- empresa proveedor de servicios de mantenimiento
- líder de mantenimiento regional centro

- registros de mantenimiento en cada sucursal
- formatos de mantenimiento preventivo desde el año 2016
- correos de antecedentes en equipos de aire acondicionado
- software de análisis financiero para verificar valor en libros de los equipos

6.1.2.2 Fuentes de información Secundarias

- proyectos de grado Universidad ECCI
- Libros digitales y textos físicos
- cuaderno especialización gerencia de mantenimiento

6.1.3. Herramientas

- Inventario de equipos
- Gráficos de corrientes
- Manuales de equipos
- Historial de fallas

6.1.4 Metodología

- Para el desarrollo del objetivo No 1 (Establecer la situación actual de los equipos para establecer oportunidades de mejora mediante informe solicitado al contratista con su historial y una visita para establecer el actual estado de los equipos).

- Para el desarrollo del objetivo No 2 (con base a las necesidades de la empresa que es confiabilidad de los equipo y disponibilidad de estos, consultar los métodos de mantenimiento que más se ajusten para poder mejorar estos indicadores)
- Para el desarrollo del objetivo No 3 (ya con la información y con método de mantenimiento más apropiado crear el modelo de mantenimiento que se aplicará teniendo en cuenta las condiciones de la zona y de los equipos para aplicar)

6.1.5 Recopilación de la información

En agosto del 2017 el proveedor que realizaba el mantenimiento preventivo fue retirado por anomalías en los equipos, en visita realizada por el coordinador de mantenimiento a la zona se logró evidenciar que los equipos estaban en pésimas condiciones además algunos equipos les faltaban piezas y según el proveedor estos equipos llevan varios años con faltantes de piezas, se realizó un acercamiento con un proveedor con mejores resultados en la zona céntrica de Colombia se le explicó el alcance del proyecto y como se tenía que manejar se llegó a la conclusión que por temas de costos y de verificación de la efectividad del mantenimiento se iban a tomar parámetros antes y después del mantenimiento. Estos datos se iban a ser enviados máximo al día 20 del mes siguiente para realizar un cierre contable y proceder con el análisis de información

En el mes de diciembre se compartió el primer informe detallado de la siguiente manera

1. pestañas individuales para cada sucursal

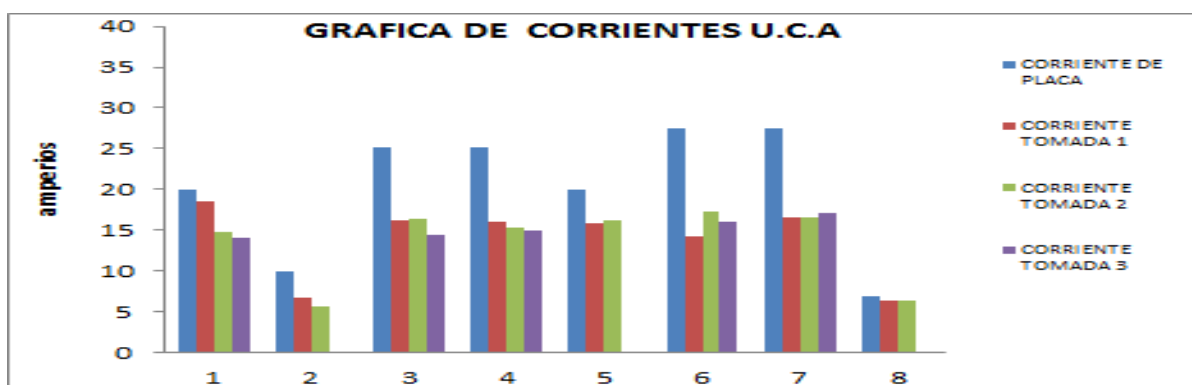
2. se muestran 2 tablas cada una con un informe detallado del equipo mostrando la Unidad Manejadora de Aire Acondicionado y la Unidad Condensadora de Aire Acondicionado.

N° CONDENSADORA	MARCA	MODELO	SERIE	CAPACIDAD (TR)	CORRIENTE DE PLACA
-----------------	-------	--------	-------	----------------	--------------------

Fuente: Elaboración propia Ilustración 1 Segmento del formato para anotación de información de muestra del plan de mantenimiento

3. Tabla de corriente nominal del equipo y corrientes tomadas en el mantenimiento. Además, en el formato de los equipos se definió un cuadro con el voltaje nominal y actual del equipo, este voltaje no se tendrá en cuenta en el informe final ya se hasta momento no se ha detectado alguna novedad

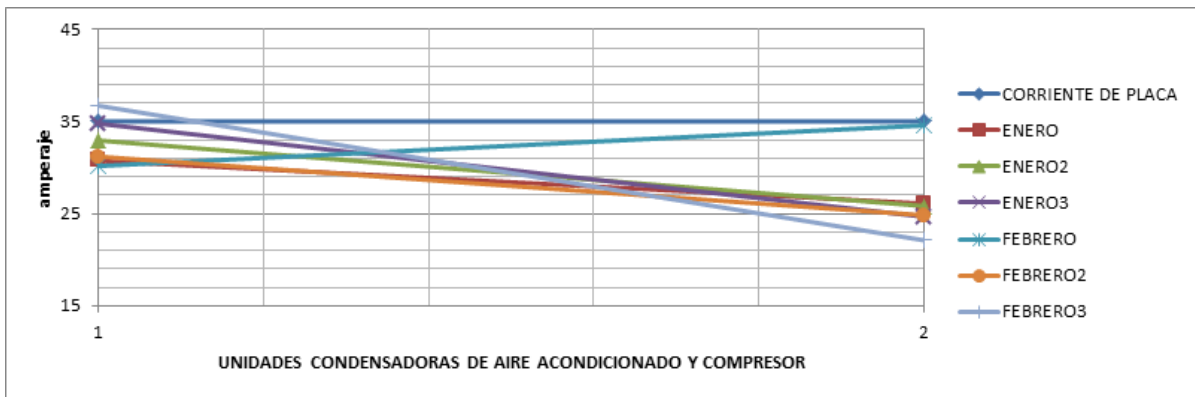
4. Gráfica de corriente de placa vs corrientes tomadas en el mantenimiento. Para el primer Informe se envió una gráfica de barras a partir del segundo informe se envió una gráfica de dispersión para identificar la curva de corriente de los equipos y el comportamiento y efectividad del mantenimiento



Fuente: Elaboración propia Ilustración 2 Gráfica de corriente de placa de aire acondicionado vs corrientes tomadas o medidas

en la anterior gráfica se puede observar el comportamiento de las corriente con relación a la corriente de placa , con esto se logra definir el tipo de alerta que tendrá el equipo , además del comportamiento mensual de la corriente medida en el mantenimiento y su

comportamiento con el pasar de los días, la barra azul corresponde a la corriente de placa la cual la da el fabricante en el manual de usuario y se encuentra en la placa característica del equipo ,la barra roja , verde y violeta corresponden a las corrientes tomadas por el técnico en el mantenimiento y pueden ser 2 o 3 dependiente de la alimentación de los componentes .

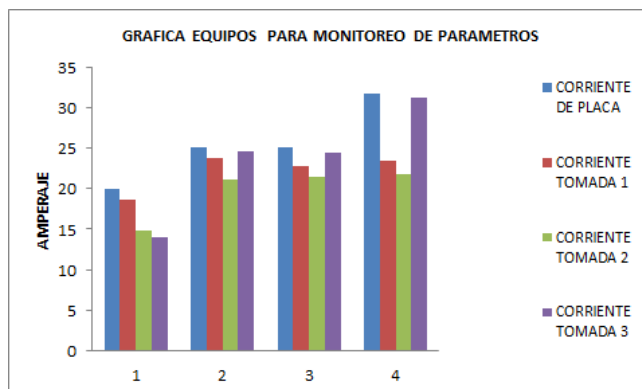


Fuente: Elaboración propia Ilustración 3 Grafica de amperaje VS mes de medida de la muestra anotada en formato de mantenimiento

Esta gráfica es similar a la ilustración 2, solo que en esta podemos observar el comportamiento mensual de la corriente con gráfica de dispersión que en este caso tiende a estar lineal mes tras mes

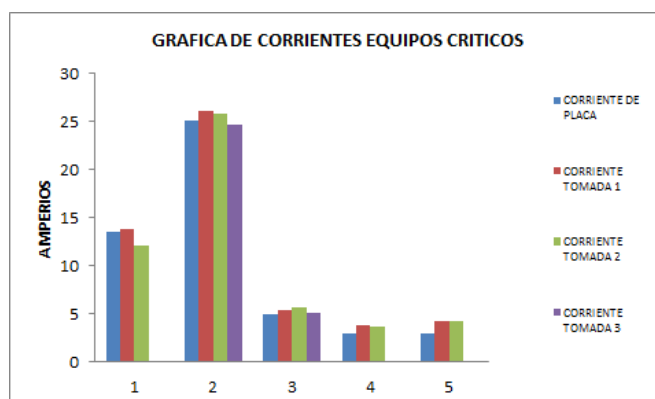
5. en el informe entregado a la gerencia de mantenimiento se adicionaran 2 pestañas en Excel en las cuales se clasificaron los equipos se deben estar en monitoreo y los equipos críticos según la curva de corrientes

Equipos en monitoreo: son equipos que se denominan de esa manera ya que la curva de corriente tiene algún tipo de anomalía



Fuente: propia Ilustración 4 Gráfica de amperaje de placa vs amperaje en el equipo en diferentes muestras

Equipos críticos: son equipos que su condición de corrientes está por encima de la corriente de placa del equipo



Fuente: propia Ilustración 5 Gráfica de corriente a equipos críticos vs placa de corriente

En el análisis de estas tablas se puede identificar cuales equipos son críticos además se emiten unas observaciones, recomendaciones y sucursales identificadas como críticas. con esto se tomarán medidas como por ejemplo el cambio de motor estos correctivos no son necesarios de cotizar ya que el proyecto tiene el aval de gerencia y el presupuesto dado es elevado para las intervenciones mientras se estabilizan los equipos.

OBSERVACIÓN	RECOMENDACIÓN	SUCURSAL
corriente por encima de los límites permitidos por el fabricante	Revisión de motor. UMA en observación constante	CUCUTA PRINCIPAL

Fuente: Elaboración propia Ilustración 6 parte de Tabla tomada del formato de las inspección a los equipos

En la anterior ilustración se puede observar un ejemplo de cómo se debe enviar el formato de sucursales críticas en cual se encuentran en la pestaña 11 del informe mensual enviado , se debe lograr identificar daño , solución del daño y sucursal para así tomar las acciones que vengan al caso

6.2 Análisis de la información

La empresa tiene un programa de mantenimiento preventivo el cual se desarrollara una vez al mes y en este mantenimiento se realizara el plan aquí diseñado el cual consiste que cada vez que el contratista ejecute la rutina de mantenimiento realice un formato para mantenimiento de aire acondicionado ver anexo # 1 el cual enviara unos resultados con un formato el cual se puede apreciar en el anexo # 2 Con base en la información suministrada por el contratista en los formatos de mantenimiento preventivo y con su historial se procede a realizar el análisis de esta información con base a la teoría de calidad de corrientes y sus afectaciones a la continuidad del negocio , así como el comportamiento de los equipos según el historial que se lleva en pro de la renovación tecnológica en base a las fallas y los años de trabajo. Con esto se logrará aumentar la confiabilidad de los equipos y el tiempo media entre fallas.

Las sucursales con intervención por mantenimiento basado en condición son 20 las cuales son:

1. sucursal centro de pagos la cual cuenta con los siguientes equipos

SUCURSAL CENTRO DE PAGOS LA QUINTA							JUNIO		
UNIDADES CONDENSADORAS DE AIRE ACONDICIONADO Y COMPRESOR							JUNIO		
N° CONDENSADORA	MARCA	MODELO	SERIE	CAPACIDAD (TR)	CORRIENTE DE PLACA	JUNIO	JUNIO	JUNIO	
1	CARRIER	E10AE-048-11L	B960606	4	26.5	18.5	16.8		
2	CARRIER	E10AE-048-11L	B960606	4	26.5	18.6	20.6		
3	CARRIER	EA10E-024-11L	A960193	2	13.5	17.9	16.67		
4	PARAMO	HIRA090525Z	WAN12005536	7.5	29.4	20.78	18.9	21.81	
UNIDADES MANEJADORAS DE AIRE ACONDICIONADO							JUNIO		
N° MANEJADORA	MARCA	MODELO	SERIE	CAPACIDAD (TR)	CORRIENTE DE PLACA	JUNIO	JUNIO	JUNIO	
1	CARRIER	YOOR0082	961009	8	5	3.02	3.09	2.72	
2	CARRIER	40CM-024-0X	B960590	3	3	1.47	1.74		
3	PARAMO	K2B4090	20040-4003-50108	7.5	10	4.13	3.9	4.25	

Fuente: Elaboración propia Ilustración 7 tabla con los equipos de la sucursal #1

2. sucursal Cúcuta principal la cual cuenta con los siguientes equipos

SUCURSAL CUCUTA PRINCIPAL							JUNIO		
UNIDADES CONDENSADORAS DE AIRE ACONDICIONADO Y COMPRESOR							JUNIO		
N° CONDENSADOR	MARCA	MODELO	SERIE	CAPACIDAD (TR)	CORRIENTE DE PLACA	JUNIO	JUNIO	JUNIO	
1	TRANE	2TTA0072A3000A	6101R9EZF	6	20	15.7	11.8	11.2	
2	TRANE	4TIB3024E1000AA	1245T1P3F	2	8.9	5.38	4.84		
3	TRANE	TTA090D300AA	10044R8FAD	7.5	25.1	18.56	19.94	18.7	
4	TRANE	TTA090D300AA	10044R8FAD	7.5	25.1	14.28	15.23	15.25	
5	TRANE	2TTB0042A1000BA	91815503F	4	23	15.2	16.07		
6	TRANE	2TTA0060A3000AA	6015KDF3F	5	19.7	9.94	12.3	10.29	
7	TRANE	2TTA0060A3000AA	6015KDF3F	5	19.7	15.04	13.39	13.59	
8	TRANE	2TTK0518A1AA	N/A	1.5	7	7.5	8.5		
UNIDADES MANEJADORAS DE AIRE ACONDICIONADO							JUNIO		
N° MANEJADORA	MARCA	MODELO	SERIE	CAPACIDAD (TR)	CORRIENTE DE PLACA	JUNIO	JUNIO	JUNIO	
1	TRANE	TWE040A300EL	B103JW2BD	7.5	5	5.53	5.68	5.5	
2	TRANE	MCD524D100BA	32T0713-212473	2	10	1.02	0.99		
3	TRANE	TWE180E300AA	1002187CHD	15	9.4	5.85	5.63	5.56	
4	TRANE	TW60042A140CL	6512X256V	4	3	2.14	2.11		
5	TRANE	TWE120B300EL	36015WPBBD	10	6	3.59	3.45	3.58	
6	TRANE	2MCW0518A1AA	N/A	1.5	1	0.5	0.4		

Fuente: Elaboración propia Ilustración 8 tabla con los equipos de la sucursal #2

3. sucursal diagonal Santander la cual cuenta con los siguientes equipos

SUCURSAL DIAGONAL SANTANDER							JUNIO		
UNIDADES CONDENSADORAS DE AIRE ACONDICIONADO Y COMPRESOR							JUNIO		
N° CONDENSADOR	MARCA	MODELO	SERIE	CAPACIDAD (TR)	CORRIENTE DE PLACA	JUNIO	JUNIO	JUNIO	
1	TRANE	TTA090A300FA	7254NAFAD	7.5	25.1	21.93	20.41	19.84	
2	TRANE	TTA090A300FA	7254NAKAD	7.5	25.1	18.18	18.96	18.65	
3	LG	N/A	N/A	1	7	4.39	4.48		
4	TRANE	2TTB0042A1000AA	42929UC3F	4	17.5	12.48	10.92		
5	TRANE	TTA090A300FA	42857FSAD	7.5	25.1	15.88	15.96	16.42	
UNIDADES MANEJADORAS DE AIRE ACONDICIONADO							JUNIO		
N° MANEJADORA	MARCA	MODELO	SERIE	CAPACIDAD (TR)	CORRIENTE DE PLACA	JUNIO	JUNIO	JUNIO	
1	TRANE	TWE040A300EL	72544E4BD	7.5	5	4.13	3.46	3.97	
2	TRANE	TWE090A300EL	7254WESBD	7.5	5	4.97	4.18	4.8	
3	LG	C142CR	N/A	1	7	0.25	0.18		
4	TRANE	TW60042A14GBL	4054CU76V	4	3.5	1.14	1.2		
5	TRANE	TWE090A300EL	4332T0MBD	7.5	6.4	3.06	3.37	3.05	

Fuente: Elaboración propia Ilustración 9 tabla con los equipos de la sucursal #3

4. sucursal Unicentro Cúcuta la cual cuenta con los siguientes equipos

UNICENTRO CUCUTA							JUNIO		
UNIDADES CONDENSADORAS DE AIRE ACONDICIONADO Y COMPRESOR							JUNIO		
N° CONDENSADOR	MARCA	MODELO	SERIE	CAPACIDAD (TR)	CORRIENTE DE PLAC	JUNIO	JUNIO	JUNIO	
1	TRANE	TTA090A300FA	6194K70ND	7.5	25.1	19.9	22.01	22.1	
2	TRANE	2TTB000A100013A	601515H5F	1.5	10	5.85	5.1		
3	TRANE	2TTB0018A1000BA	63227K55F	1.5	10	3.9	3.1		
4	TRANE	2TTA0060A300AA	6453UC75F	5	19.7	13.1	14.58	14.95	
UNIDADES MANEJADORAS DE AIRE ACONDICIONADO							JUNIO		
N° MANEJADORA	MARCA	MODELO	SERIE	CAPACIDAD (TR)	CORRIENTE DE PLAC	JUNIO	JUNIO	JUNIO	
1	TRANE	TWE090A300EL	6133103XT3BD	7.5	6.4	3.13	3.45	3.1	
2	TRANE	MCDS18D1POBA		1.5	1	0.35	0.18		
3	TRANE	MCDS18D1POBA	3TO306309543	1.5	1	0.75	0.8		
4	TRANE	TWE060A300AA	6181KMWB	5	3.1	1.7	1.69	1.68	

Fuente: Elaboración propia Ilustración 10 cuadro con los equipos de la sucursal # 4

5. Sucursal san mateo Cúcuta la cual cuenta con los siguientes equipos:

SUCURSAL SAN MATEO							JUNIO		
UNIDADES CONDENSADORAS DE AIRE ACONDICIONADO Y COMPRESOR							JUNIO		
N° CONDENSADOR	MARCA	MODELO	SERIE	CAPACIDAD (TR)	CORRIENTE DE PLAC	JUNIO	JUNIO	JUNIO	
1	TRANE	TTA120A300FA	73333L75AD	10	35.7	26.55	29.89	31.8	
2	TRANE	TTA120A300FA	73333L75AD	10	35.7	24.96	28.3	26.33	
3	TRANE	2TTB0042A1100BA	6363CUL73F	4	23				
UNIDADES MANEJADORAS DE AIRE ACONDICIONADO							JUNIO		
N° MANEJADORA	MARCA	MODELO	SERIE	CAPACIDAD (TR)	CORRIENTE DE PLAC	JUNIO	JUNIO	JUNIO	
1	TRANE	TWE240	7185FDSHD	10	14.5	9.23	9.88	8.97	
2	TRANE	TW6042	5464PWP6V	4	3.9				

Fuente: Elaboración propia Ilustración 11 cuadro con los equipos de la sucursal # 5

6. sucursal ventura plaza la cual cuentan con los siguientes equipos

VENTURA PLAZA							JUNIO		
UNIDADES CONDENSADORAS DE AIRE ACONDICIONADO Y COMPRESOR							JUNIO		
N° CONDENSADOR	MARCA	MODELO	SERIE	CAPACIDAD (TR)	CORRIENTE DE PLAC	JUNIO	JUNIO	JUNIO	
1	TRANE	TTA090A300FA	23520LGAD	7.5	35	28.5	28.42	27.81	
2	TRANE	TTA090A300FA	23520LGAD	7.5	35	22.7	23.84	20.66	
3	TRANE	2TTB00T8A1000BA	8305N773F	1.5	10	6.36	6.31		
UNIDADES MANEJADORAS DE AIRE ACONDICIONADO							JUNIO		
N° MANEJADORA	MARCA	MODELO	SERIE	CAPACIDAD (TR)	CORRIENTE DE PLAC	JUNIO	JUNIO	JUNIO	
1	TRANE	TWE180B300EL	9154MBYHD	15	9.4	6	6.33	5.99	
2	TRANE	MCDS18DB-D1-1H	N/A	1.5	3	0.56	0.51		

Fuente: Elaboración propia Ilustración 12 cuadro con los equipos de la sucursal # 6

7. sucursal calle 10 la cual cuentan con los siguientes equipos

SUCURSAL CALLE 10									
UNIDADES CONDENSADORAS DE AIRE ACONDICIONADO Y COMPRESOR							JUNIO		
N° CONDENSADOR	MARC	MODELO	SERIE	CAPACIDAD (T)	CORRIENTE DE PLAC	JUNIO	JUNIO	JUNIO	
1	TRANE	TTA090A300FA	7372WA9AD	7.5	25.1	22.35	19.66	20.86	
2	TRANE	TTA0060A300AA	617427B3F	5	19.7	13.19	14.72	13.71	
3	TRANE	TTA0060A3000A	5203P6F3F	5	19.7	13.01	15.74	12.92	
4	TRANE	TTA090D300AA	10112WMMAD	7.5	25	16.52	18.57	18.25	
5	TRANE	TTA090D300AA	10112WMMAD	7.5	25	13.74	13.45	13.22	
6	TRANE	2TTB0018A100AA	10095TPL3F	1.5	10	4.2	4.32		
UNIDADES MANEJADORAS DE AIRE ACONDICIONADO							JUNIO		
N° MANEJADOR	MARC	MODELO	SERIE	CAPACIDAD (T)	CORRIENTE DE PLAC	JUNIO	JUNIO	JUNIO	
1	TRANE	TWE090A300EL	7253WBEBD	7.5	5	3.35	3.64	3.2	
2	TRANE	TW6060A150BL	4293N166V	5	4.5	3.19	3.44		
3	TRANE	TW6060A150BL	33115AK6V	5	4.5	3.37	3.35		
4	TRANE	TWE180E300AA	10015RNR4D	15	9.4	6.37	6.28	6.2	
5	TRANE	MCD516D100BA	3T1709	1.5	3	0.45	0.43		

Fuente: Elaboración propia Ilustración 13 cuadro con los equipos de la sucursal # 7

8. sucursal los patios la cual cuenta con los siguientes equipos

SUCURSAL LOS PATIOS									
UNIDADES CONDENSADORAS DE AIRE ACONDICIONADO Y COMPRESOR							JUNIO		
N° CONDENSADOR	MARC	MODELO	SERIE	CAPACIDAD (T)	CORRIENTE DE PLAC	JUNIO	JUNIO	JUNIO	
1	TRANE	TTA090E300AA	100452LHYXA	7.5	25	18.62	19.63	20.62	
2	CARRIER	24ABB318A320	1811C14987	1.5	9	3.69	5.01		
3	CARRIER	24ABB318A320	1811E14996	1.5	9	3.73	5.13		
UNIDADES MANEJADORAS DE AIRE ACONDICIONADO							JUNIO		
N° MANEJADOR	MARC	MODELO	SERIE	CAPACIDAD (T)	CORRIENTE DE PLAC	JUNIO	JUNIO	JUNIO	
1	TRANE	TWE090D300AA	11145MF3BA	7.5	5.3	3.32	3.42	3.78	
2	CARRIER	FSHN2W1800A	N/A	1.5	3	0.8	0.75		
3	CARRIER	FSHN2W1800A	V112225552	1.5	3	0.8	0.75		

Fuente Elaboración propia Ilustración 14 cuadro con los equipos de la sucursal # 8

9. sucursal francisco de paula Santander la cual cuenta con los siguientes equipos

SUCURSAL FRANCISCO DE PAULA									
UNIDADES CONDENSADORAS DE AIRE ACONDICIONADO Y COMPRESOR							JUNIO		
N° CONDENSADOR	MARC	MODELO	SERIE	CAPACIDAD (T)	CORRIENTE DE PLAC	JUNIO	JUNIO	JUNIO	
1	TRANE	2TTB0024AWOCBA	1365PNASF	2	13	6.53	5.66		
2	TRANE	4TTB3048D1000CA	132954753F	4	20	13.07	10.89		
3	TRANE	2TTB0024A1000BA	6365179RSF	2	13	7.16	5.29		
4	TRANE	TTA090A300FA	608431119AD	7.5	31.74	22.2	23.06	23.95	
5	TRANE	TTA090A300FA	608431119AD	7.5	31.74				
6	TRANE	2TTB0024A1000BA	63526FXSF	2	13	9.07	7.38		
UNIDADES MANEJADORAS DE AIRE ACONDICIONADO							JUNIO		
N° MANEJADORA	MARC	MODELO	SERIE	CAPACIDAD (T)	CORRIENTE DE PLAC	JUNIO	JUNIO	JUNIO	
1	TRANE	N/A	MCD524	2	3	0.91	0.87		
2	TRANE	TWM3ACC425412SAA	13033KJJBV	4	5	2.35	2.98		
3	TRANE	MCD524	N/A	2	3	1.41	0.96		
4	TRANE	TWE180B300EL	6172RJ9HD	15	10	6.68	6.26	6.44	
5	TRANE	MCD524D1000BA	3T0306-309171	2	3	0.68	0.67		

Fuente: Elaboración propia Ilustración 15 cuadro con los equipos de la sucursal # 9

6.3 Propuesta De Solución

Se propone implementar un formato (ANEXO 1) de mantenimiento el cual tiene los siguientes componentes:

MARCA



UBICACIÓN



MODELO



SERIE



TENSIÓN/CORRIENTE



CORRIENTE DE PLACA



CAPACIDAD



SUMINISTRA A



Fuente: Elaboración propia Ilustración 16 parte del Formato de implementación de mantenimiento

Este formato lo implementa el proveedor de servicios de mantenimiento y se debe enviar antes del 15 de cada mes con el cierre en el software de mantenimiento SAP.

Estos reportes deben tener un primer filtro el cual es la mesa de mantenimiento que se encargará de verificar las observaciones que correctivos que da el proveedor. Estos formatos deben ser enviados máximo el 18 de cada mes al encargado del proyecto en este caso al coordinador de equipos electromecánicos. El cual debe generar las alertas correspondientes a cada caso, la estratificación de alertas diseñadas para este proyecto se describe a continuación:

La alerta N°1

Se dará cuando el equipo supere la corriente de la placa en un 1 – 5 % esto quiere decir que el proveedor debe hacer seguimiento al equipo (medición antes después del Mantenimiento y de ser el caso 8 días después del mantenimiento) e identificar cuando fue comprado ese equipo y si ha presentado fallas durante los dos últimos meses.

La alerta N°2

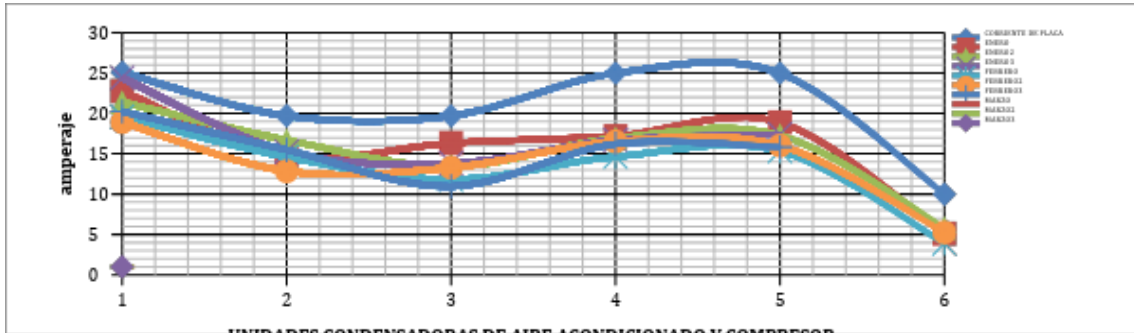
La alerta 2 se dará cuando el equipo haya presentado falla en el mes y además presente un aumento en su corriente entre el 5% y 15% en esta alerta ya se debe verificar en bodega si se posee un equipo de similares características de no ser así se solicitará al proveedor cotización. Ya con eso se tendrá tiempo de decidir si vale la pena invertirle presupuesto al equipo actual o es momento de reponer el equipo.

La alerta N°3

Se dará cuando el equipo presente disparo de totalizador por una sobrecarga. Además, controlar en el día del mantenimiento preventivo que presente una sobre corriente mayor al 15 % de la nominal. En esta alerta las acciones a tomar son similares a la alerta 2 con la excepción que debe hacerse una trazabilidad de tiempo interna. Esto se refiere a que el tiempo de búsqueda en bodega debe ser parametrizado de igual manera el tiempo de entrega de cotización por parte del proveedor, cabe resaltar que estos

porcentajes de sobre corriente son tentativos el proyecto con el pasar el tiempo dará porcentajes más cercanos a lo que se quiere.

Además, el coordinador debe enviar un informe el 25 de cada mes con las tablas del comportamiento del voltaje y corrientes del equipo en pro de parametrizar e identificar mejoras de los equipos y efectividad de los correctivos,



Fuente: Elaboración propia Ilustración 17 Grafica de amperaje VS número de medidas tomadas en diferente meses para ver comportamiento del amperaje

En la anterior grafica se logra evidenciar la diferencia entre corrientes tomadas y corrientes de placa (línea azul) en este caso todos los equipos están trabajando en óptimas condiciones y las corrientes están por debajo de las corrientes nominales del equipo

Se programará cada 26 del mes reunión de 1 hora en la cual se compartirán novedades identificadas en los equipos, y los 28 de cada mes el proveedor debe enviar la cotización de las correcciones necesarias identificadas por el coordinador de cada área ya que los correctivos deben ser ejecutados antes del mantenimiento preventivo

7. Resultados

7.1 Resultados Esperados

1. detectar fallas más comunes en ciertas referencias de equipos
2. aumentar los tiempos medios entre falla de los equipos con capacidades mayores a 7.5 Toneladas de Refrigeración.
3. disminuir en un 10 % las afectaciones a la continuidad del negocio relacionada con confort térmico
4. disminución del costo de puesta en marcha de equipos en un 20% después de 6 meses de puesta en marcha del Mantenimiento Basado en Condición
5. realizar renovación tecnológica de equipos dependiendo del análisis realizado mensualmente por el coordinador del proyecto

Ajustar cronograma dependido de las necesidades y complejidad de los equipos dados por las alertas en meses anteriores

8. Análisis Financiero.

8.1 Costos financieros Del Proyecto

La financiación del proyecto fue aprobada por la gerencia e incluida dentro del presupuesto de mantenimiento por valor de \$875.670, en común acuerdo con el nuevo proveedor se llegó a la conclusión que la toma de datos será un extra gratuito que se hará en pro de mejorar la confiabilidad de los equipos , adicional a esto se aprobó un presupuesto mensual por 4 meses para realizar correctivos (\$10.000.000) y dejar a punto los equipos más críticos, este presupuesto no tendrá un monto determinado pero si debe pasar por 2 aprobaciones , el coordinador de mantenimiento y el profesional de

mantenimiento. Para cambio total de equipos se deben tener 3 aprobaciones las anteriormente mencionadas y la administradora del contrato. En el desarrollo de proyecto no se presentó ningún inconveniente con respecto a partida presupuestal. Según información bancaria un nodo informático puede generar movimientos de efectivo con un aproximado de \$180.000.00 por hora afectando a la continuidad del negocio dada esta información el regreso de la inversión es de manera inmediata.

CONCEPTO	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL	OBSERVACION
HORA TECNICO	\$ 17.869	60	\$ 1.072.140	según contrato de mantenimiento se deben demorar aproximadamente 6 horas por sucursal en total son 10 sucursales
DESPLAZAMIENTO	\$ 17.550	120	\$ 2.106.000	se cobra según banda de precio por cada transporte se cobran 2 desplazamiento
TRASNPORTE	\$ 34.560	60	\$ 2.073.600	se cobra según banda de precio por cada transporte se cobran 2 desplazamiento
PRESUPUESTO DE PREVENTIVOS	\$ 10.000.000	1	\$ 10.000.000	este fue el presupuesto aprobado de manera mensual
HORA COORDINADOR	\$ 27.500	15	\$ 412.500	este es el tiempo que se demora en realizar el informe mensual y la recopilación de la información
TOTAL PRESUPUESTO			\$ 15.664.240	PRESUPUESTO MENSUAL

Fuente: Elaboración propia Ilustración 26 cuadro con el presupuesto detallado del proyecto

9. Conclusiones y Recomendaciones

9.1 Conclusiones

- Con el método de mantenimiento por condición que es tipo de mantenimiento aplicado en este proyecto se logra la reducción en las afectaciones del negocio en 60% con la aplicación del formato de mantenimiento que se puede ver en los anexos con el mismo nombre.

- Se procede a dar un esquema actual de todos los equipos de las sucursales y con base a esta información obtenida y con análisis de esta información se ve la oportunidad de mejora en la confiabilidad de los equipos.
- Con el estudio del análisis de los equipos y el análisis de criticidad de los mismos y con el estudio de los diferentes métodos de mantenimiento se escoge mantenimiento basado en condición debido a la oportunidad de mejora que se evidencia con el estado de los equipos.
- Debido a la necesidad de mejora de la continuidad del negocio se escoge mantenimiento basado en condición y con base a esto se crea un formato que se puede ver anexo 2 (formato de mantenimiento) que se aplicó y con base al estado de los equipos fue el método que más se ajustaba a los requerimientos del proyecto.

9.2 Recomendaciones

1. realizar junta electromecánica mensual para identificar equipos críticos y ajustar el rediseño de las alertas
2. ajustar la renovación tecnológica de equipos por obsolescencia y consumo
3. realizar una verificación exhaustiva de los equipos que actualmente posee el banco en su inventario
4. realizar contrato con proveedor prestador de servicios con respecto a tiempos de respuesta e inventario en existencia de partes de alta demanda
5. realizar este proyecto en zonas con condiciones climáticas similares a las de norte de Santander

Bibliografía

- academiatesto*. (s.f.). Obtenido de <http://www.academiatesto.com.ar/cms/termografia-que-es>
- arnabat, i. (25 de abril de 2016). *caloryfrio.com*. Obtenido de <https://www.caloryfrio.com/aire-acondicionado/como-funciona-el-aire-acondicionado-infografia.html>
- Asociación española para la calidad*. (s.f.). Obtenido de <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/mantenibilidad>
- Autoform*. (s.f.). Obtenido de <https://www.autoform.com/es/glosario/tribologia/>
- Botero, c. (2017). *acrlatinoamerica*. Obtenido de <http://www.acrlatinoamerica.com/201712117855/articulos/otros-enfoques/buenas-practicas-en-climatizacion-iii.html>
- cabrera, g. (7 de abril de 2008). *scielo.org*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v6n2/v6n2a11.pdf>
- Carlos Rodríguez, s. l. (s.f.). *Estudio comparativo del método de cálculo de carga térmica para sistema de aire acondicionado en buques*. Obtenido de <https://www.shipjournal.co/index.php/sst/article/view/12>
- Carlos Rodríguez, S. L. (s.f.). Estudio comparativo del método de cálculo de carga térmica para sistema de aire acondicionado en buques. México.
- energylab*. (s.f.). Obtenido de http://www.energylab.es/fotos/170331120249_ukHv.pdf
- Ing. Tania Carbonell Morales, I. L. (s.f.). *cubasolar*. Obtenido de <http://www.cubasolar.cu/Biblioteca/Ecosolar/Ecosolar05/HTML/articulo06.htm>
- ingenisperu*. (2016). Obtenido de <http://ingenisperu.com/areas/otros-sistemas-especializados/aire-acondicionado.html>
- López, c. (2016). *scielo.br*. Obtenido de http://www.scielo.br/pdf/rlae/v24/es_0104-1169-rlae-24-02781.pdf
- magallon, a. d. (s.f.). Implementación de mantenimiento preventivo/predictivo en equipo biomédico en el colegio mexicano del seguro social. México.
- Mesa, j. d. (s.f.). Propuesta de operación y mantenimiento de los sistemas de aire acondicionado del centro de monaca.
- minetad*. (s.f.). Obtenido de <http://www.minetad.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Paginas/InstalacionesTermicas.aspx>
- Mundarain, C. (s.f.). Diseño de un programa de mantenimiento basado en condicion, enfocado a la mejora de la efectividad de los activos rotativos.
- Norma X 60-500. Terminología relativa a la fiabilidad, mantenibilidad, disponibilidad. AFNOR. Edición 2010.
- Pérez, j. j. (s.f.). Elaboración de un programa general de mantenimiento para los equipos de aire acondicionado de la instalación del gran casino margarita.
- Prevencionar, <http://prevencionar.com.co/2016/05/24/que-es-confort-termico-2016>
- Remusgo, E. S. (2014). *slideshare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/titosangui/sistemas-de-refrigeracin-y-sostenibilidad-energtica-2014>