



REACONDICIONAMIENTO Y MEJORA CON RESPECTO A PLANES PRE-
OPERACIONALES DE EQUIPOS EN FÍSICO Y DEL SISTEMA HVAC DEL (COR)
CENTRO OPTIMIZACIÓN DE LA REFINERÍA DENTRO DEL AÑO 2020

Modalidad: Práctica Empresarial

YAROL GUILLERMO OROZCO BAYONA

1.096.246.578

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERIA
TECNOLOGO EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ELECTROMECHANICO
BARRANCABERMEJA, SANTANDER

24-08-2020



REACONDICIONAMIENTO Y MEJORA CON RESPECTO A PLANES PRE-
OPERACIONALES DE EQUIPOS EN FÍSICO Y DEL SISTEMA HVAC DEL (COR)
CENTRO OPTIMIZACIÓN DE LA REFINERÍA DENTRO DEL AÑO 2020

Modalidad: Práctica Empresarial

YAROL GUILLERMO OROZCO BAYONA
1.096.246.578

Informe de práctica para optar al título de
TECNÓLOGO EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ELECTROMECAÁNICO

DIRECTOR
MARCOS DUARTE RIBERO

Grupo de investigación – DIANOIA

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍAS
TECNOLOGÍA EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ELECTROMECAÁNICO
BARRANCABERMEJA

24-08-2020

Nota de Aceptación

Aprobado

Firma del Evaluador



Firma del Director

DEDICATORIA

Este trabajo de grado es dedicado primeramente a Dios que sin él no hubiera sido posible esto, a mi familia especialmente a mis padres y a mi novia que fueron los que me inspiraron hacer mejor cada día en cuanto a su apoyo, sus palabras y su amor incondicional para orientarme en ser mejor persona cada día y tener una gran calidad humana siendo esencial para alcanzar mis sueños y así obtener un mejor futuro, a todos los profesores, ingenieros que me aportaron parte de su conocimiento para así llevar acabo esta meta tan anhelada.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a los profesores de la universidad UTS (Unidades Tecnológicas de Santander) quienes fueron guías y apoyo para el desarrollo personal y en la formación académica adquirida a lo largos de los años.

A nuestra familia, por enseñarme la importancia de la perseverancia en la consecución de mis objetivos y metas.

A ECOPETROL S.A por permitirme poner mi formación en práctica en la más prestigiosa empresa del país.

Al coordinador YESID GARCIA, al ingeniero MARCOS DUARTE, tutores del presente desarrollo quienes, con su apoyo guiaron para direccionar y culminar el trabajo de grado en el que se presentaba toda nuestra formación.

Al ingeniero JOSE ANGEL VILLA, quien fue mi tutor en las instalaciones de ECOPETROL S.A y me brindo todo su conocimiento para llevarme en ello las bases esenciales para hacer un buen trabajo.

En general a todos los que se vieron involucrados con este trabajo, les agradezco profundamente por su apoyo y compromiso.

TABLA DE CONTENIDO

<u>INTRODUCCIÓN</u>	10
<u>1. IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA O COMUNIDAD</u>	11
<u>2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</u>	13
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA	13
2.2. JUSTIFICACIÓN DE LA PRÁCTICA	14
2.3. OBJETIVOS	14
2.3.1 OBJETIVO GENERAL	14
2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
2.4. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA	15
<u>3. MARCO REFERENCIAL</u>	17
3.1. MARCO HISTÓRICO	17
3.1.1. HISTORIA DE LA CLIMATIZACIÓN	17
3.2. MARCO TEÓRICO	18
3.2.1. SISTEMA HVAC	18
3.3. MARCO CONCEPTUAL	21
3.4. MARCO LEGAL	22
<u>4. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA</u>	24
4.1. IDENTIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS	24
4.2. CURSOS DE MANTENIMIENTO DE ECOPETROL	30
4.3. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA	33
4.4. EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO	40
<u>5. RESULTADOS</u>	46
5.1. MEJORAS AL MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS HVAC	46
<u>6. CONCLUSIONES</u>	52
<u>7. RECOMENDACIONES</u>	53
<u>8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	54
<u>9. ANEXOS</u>	56

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema básico de un sistema HVAC.....	20
Figura 2. Centro de Optimización de la Refinería (COR)	25
Figura 3. Sistema HVAC	26
Figura 4. Curso de trabajo seguro.....	31
Figura 5. Curso de ética y cumplimiento	32
Figura 6. Curso de inducción de aprendices	32
Figura 7. Formato primera inspección preoperacional	40
Figura 8. Revisión de la manejadora	41
Figura 9. Revisión pormenorizada de piezas de las bombas	42

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Revisión de la bomba MP 5002 A.....	41
Cuadro 2. Revisión de la bomba manejadora	42
Cuadro 3. Revisión pormenorizada de piezas de las bombas.....	43
Cuadro 4. Labores de mantenimiento a la válvula de agua.....	45
Cuadro 5. Verificación del mantenimiento realizado	45

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Evidencia fotográfica de los cursos realizados

56

INTRODUCCIÓN

El propósito para este trabajo de grado consiste en apoyar el funcionamiento a todo el sistema de refrigeración HVAC del COR (CENTRO OPTIMIZACION DE LA REFINERIA) del departamento de planeación en la refinería de Barrancabermeja, en el cual se maneja con los pre-operacionales en los cuales podremos evidenciar las fallas comunes en el sistema HVAC, entre ellos podemos mencionar: Manejadoras, válvulas, medidores de temperatura, bombas centrifugas, esto se logra a través del conocimiento adquirido en el periodo tecnológico cursado, bajo las instrucciones brindadas por los tutores de la práctica quienes son personal cualificado en el momento de algún proceder, bajo comportamientos seguros y HSE en cada momento de elaborar algún tipo de trabajo puesto que existe un compromiso claro con la vida, además se lleva acabo factores tales como la integridad creatividad, trabajo en equipo, equidad, colaboración y pasión por lo que se hace los cuales son valores que destacan a la empresa más grande del país ECOPETROL S.A y a mí como estudiante uteista.

En base a esto la metodología que se aplicara es una revisión periódica que se hará a través de los pre-operacionales con el cual podremos evidenciar las fallas que pueda presentar algún equipo, con el fin de conocer el rendimiento del sistema HVAC del COR para así garantizar el buen funcionamiento de cada equipo y un excelente acondicionamiento en lo que se conoce como el edificio inteligente de la refinería.

1. IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA O COMUNIDAD

La reversión al Estado Colombiano de la Concesión De Mares, el 25 de agosto de 1951, dio origen a la Empresa Colombiana de Petróleos. La naciente empresa asumió los activos revertidos de la Tropical Oil Company que en 1921 inició la actividad petrolera en Colombia con la puesta en producción del Campo La Cira-Infantas en el Valle Medio del Río Magdalena, localizado a unos 300 kilómetros al nororiente de Bogotá. Ecopetrol emprendió actividades en la cadena del petróleo como una empresa Industrial y Comercial del Estado, encargada de administrar el recurso hidrocarburífero de la nación, y creció en la medida en que otras concesiones revirtieron e incorporó su operación.

En 1961 asumió el manejo directo de la refinería de Barrancabermeja. Trece años después compró la Refinería de Cartagena, construida por Intercol en 1956. En 1970 adoptó su primer estatuto orgánico que ratificó su naturaleza de empresa industrial y comercial del Estado, vinculada al Ministerio de Minas y Energía, cuya vigilancia fiscal es ejercida por la Contraloría General de la República. El 25 de agosto de 1951, dio origen a la Empresa Colombiana de Petróleos. La naciente empresa asumió los activos revertidos de la Tropical Oil Company que en 1921 inició la actividad petrolera en Colombia con la puesta en producción del Campo La Cira-Infantas en el Valle Medio del Río Magdalena, localizado a unos 300 kilómetros al nororiente de Bogotá.

Ecopetrol emprendió actividades en la cadena del petróleo como una Empresa Industrial y Comercial del Estado, encargada de administrar el recurso hidrocarburífero de la nación, y creció en la medida en que otras concesiones revirtieron e incorporó su operación. En 1961 asumió el manejo directo de la refinería de Barrancabermeja. Trece años después compró la Refinería de Cartagena, construida por INTERCOL en 1956. En 1970 adoptó su primer estatuto

orgánico que ratificó su naturaleza de empresa industrial y comercial del Estado, vinculada al Ministerio de Minas y Energía, cuya vigilancia fiscal es ejercida por la Contraloría General de la República (ECOPETROL, 2014).

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Descripción de la Problemática

Actualmente en la refinería de Barrancabermeja, específicamente en el COR (Centro de Optimización de la Refinería) correspondiente al departamento de Planeación, se encuentra implementando el sistema de instrumentación (HVAC). Este sistema es el encargado de la parte de enfriamiento de lo que se conoce como el edificio inteligente de la refinería de Barrancabermeja. Este sistema no cuenta con las priorizaciones ni el monitoreo constante que se le deben hacer a sus respectivos equipos, tales como manejadoras bombas chillers, sensores de temperatura, variadores de velocidad del motor del blower, transmisores de presión de succión y descarga, controladores entre otros.

Debido a estas condiciones se evidencia la corrosión que se ve en partes de algunos equipos, también se puede observar que algunos componentes, entre estos las manejadoras se frenan y el sistema no sigue su correcta operación lo que implica el bajo rendimiento del sistema de enfriamiento (HVAC). Esta problemática da como resultado una operación anormal del sistema de enfriamiento, debido a que no cuentan con un instructivo pre-operacional establecido que realice el seguimiento a los equipos.

Con respecto a los planteamientos anteriores surge la siguiente pregunta problema:

¿Se puede optimizar el sistema de enfriamiento llevando a cabo la realización de la mejora continua del rendimiento preventivo y correctivo para el sistema HVAC del COR (Centro de optimización de la refinería)?

2.2. Justificación de la Práctica

Durante el desarrollo de esta práctica empresarial, se llevará a cabo la mejora continua del sistema HVAC, por medio de la implementación y diligenciamiento de los pre-operacionales, con fines de mejorar la calidad y estado físico de los equipos. Con esto se logrará minimizar los daños efectuados al sistema y garantizar la vida útil de cada uno de estos equipos, para de esta forma poder evidenciar la capacidad utilitaria de estos componentes que se encuentran estructurados en el sistema.

Es muy importante el desarrollo de este trabajo, porque se garantizará un mejor desempeño y operación continua en todos y cada uno de los equipos, ya que con la ejecución de este programa de mantenimiento preventivo y correctivo se podrá garantizar su operación al cien por ciento y la prolongación de la vida útil de los equipos relacionados con el objeto de la práctica empresarial, con lo que, el edificio inteligente o (COR) obtendrá una mejor eficiencia en cuanto al sistema HVAC.

Finalmente, el desarrollo de esta práctica es un escalón más hacia el proceso de obtención del título de tecnólogo en operación y mantenimiento electromecánico de las Unidades Tecnológicas de Santander.

2.3. Objetivos

2.3.1 Objetivo General

Implementar mantenimiento preventivo y correctivo a todo el sistema de enfriamiento (HVAC) del COR, basados en los periodos de mantenimiento anteriores realizados a cada uno de los equipos, llevando a cabo el seguimiento a través de los pre-operacionales con el fin de recuperar en su totalidad la funcionalidad del sistema y verificando periódicamente su correcta operación.

2.3.2 Objetivos Específicos

Analizar las fallas en el sistema de enfriamiento teniendo en cuenta la información sobre la falta de mantenimiento preventivo y correctivo en cada uno de los equipos.

Identificar por medio de los pre operacionales los equipos que se encuentra en mal estado y su próximo mantenimiento.

Presentar un informe para daños encontrados en los equipos tras la identificación de los mismos, para llevar a cabo un plan controlado a través de los pre operacionales y así monitorear las acciones realizadas.

2.4 Antecedentes de la Empresa

Ecopetrol S.A. es la empresa más grande del país y la principal compañía petrolera en Colombia. Por su tamaño, Ecopetrol S.A. pertenece al grupo de las 39 petroleras más grandes del mundo y es una de las cinco principales de Latinoamérica. Tiene la participación mayoritaria de la infraestructura de transporte y refinación del país, poseyendo el mayor conocimiento geológico de las diferentes cuencas. cuenta con una respetada política de buena vecindad entre las comunidades donde se realizan actividades de exploración y producción de hidrocarburos, además de ser reconocidos por la gestión ambiental y, tanto en el upstream como en el downstream, se han establecido negocios con las más importantes petroleras del mundo.

Ecopetrol tiene a disposición de sus socios el Instituto Colombiano del Petróleo (ICP), considerado el más completo centro de investigación y laboratorio científico de su género en el país, donde reposa el acervo geológico de un siglo de historia

petrolera de Colombia. Desde 1997 han marcado récords al obtener las más altas utilidades de una compañía colombiana en toda la historia. En 2003 pasó a ser una sociedad pública por acciones, con lo que se emprendió una transformación que garantiza mayor autonomía financiera y competitividad dentro de la nueva organización del sector de hidrocarburos de Colombia, con la posibilidad de establecer alianzas comerciales fuera del país.

3. MARCO REFERENCIAL

3.1. Marco histórico

3.1.1. Historia de la climatización

En la antigüedad, cuando en los pueblos tropicales hacía mucho calor, las personas buscaban refrescarse trasladándose a áreas cerca de la costa o a las montañas. Una alternativa muy usada era el uso del abanico de mano que fue inventado hace más de 4.000 años. El abanico aumenta la circulación de aire sobre la piel, lo que logra el mismo efecto que se obtiene en las torres de enfriamiento. En el siglo II el inventor chino Ding Huan desarrolló el primer abanico que podía mover grandes masas de aire. Este se movía manualmente y con un diámetro de aproximadamente 2 metros podía refrescar una habitación completa. En Estados Unidos, Benjamín Franklin experimentó con líquidos volátiles de rápida evaporación como el alcohol y éter para enfriar agua. En el año 1818, el físico inglés Michael Faraday demostró que si una sustancia volátil, como el amoniaco, es comprimida y condensada utilizando fuerza mecánica y después se deja evaporar rápidamente, se logra enfriar agua.

Unos años después, el doctor en medicina John Gorrie, del estado de Florida en Estados Unidos, notó que los pacientes se recuperaban mucho mejor en climas fríos que en calientes. Gorrie instaló bandejas con hielo pegadas al techo sobre las camas de los pacientes. El aire se enfriaba y bajaba sobre el paciente, ya que el aire frío es más pesado que el caliente y salía de la habitación a través de aperturas en el suelo. De esta forma el Dr. Gorrie logró mantenerlos frescos y mejorar la condición de sus enfermos. En el año 1902, Willis Carrier, inventó el equipo moderno de aire acondicionado para utilizarlo en una imprenta. Comprimiendo amoniaco y después evaporándolo enfriaba agua, la cual pasaba por dentro de

serpentines que a su vez enfriaban y le quitaban vapor de agua al aire por medio de condensación. El aire era distribuido utilizando conductos por toda la imprenta.

Este sistema era práctico para aplicaciones industriales, pero no era recomendable para otras aplicaciones ya que el amoníaco es muy tóxico y los equipos ocupaban mucho espacio. Al principio de los años 20, Carrier desarrolló un compresor mucho más eficiente y utilizaba un refrigerante que no era tóxico que se llamaba dielene. Alrededor del año 1925 se utilizó el aire acondicionado en salas de cine y tiendas por departamento ya que se dieron cuenta que la presencia de clientes aumentó considerablemente en los meses calientes de verano. Sin embargo, los edificios de oficina no utilizaron aire acondicionado hasta que los fabricantes empezaron a comprobar, a través de estudios, que aumentaba la productividad de los empleados hasta un 24% en ambientes climatizados (Sotolongo, 2012).

3.2. Marco teórico

3.2.1. Sistema HVAC

el HVAC se refiere a la renovación del aire y a su tratamiento para conferirle unas condiciones de salubridad (es decir condiciones de pureza, acondicionamiento para conseguir un aire apto para la respiración), temperatura y humedad confortables para las personas. El HVAC comprende las siguientes acciones (Soler & Palau, 2017):

Calentamiento: es el proceso de añadir calor al aire con el fin de aumentar su temperatura. La recuperación del calor del aire de extracción para calentar el aire de impulsión (entrada) es la manera más eficiente de lograrlo. Luego están las bombas de calor y como menos eficiente está el calentamiento por resistencia eléctrica (efecto Joule), que se utiliza para calefacciones puntuales de uso

esporádico como los calefactores de baño. También es muy utilizado en las Unidades de tratamiento de aire el calentamiento por agua, en este caso la eficiencia depende del método empleado para calentar esa agua.

Enfriamiento: consiste en sustraer calor al aire con el fin de bajar la temperatura hasta alcanzar niveles de confort. Las formas más conocidas de enfriar el aire son por medio del uso de la compresión de un gas hasta que pasa a líquido (esto ocurre en la condensadora) para luego expansionarlo (en la evaporadora) robando el calor del aire que circula por ella. Un sistema más eficiente energéticamente es el evaporativo que consiste en nebulizar gotas de agua en el flujo de aire de manera que al evaporarse estas gotas enfrían sensiblemente el aire.

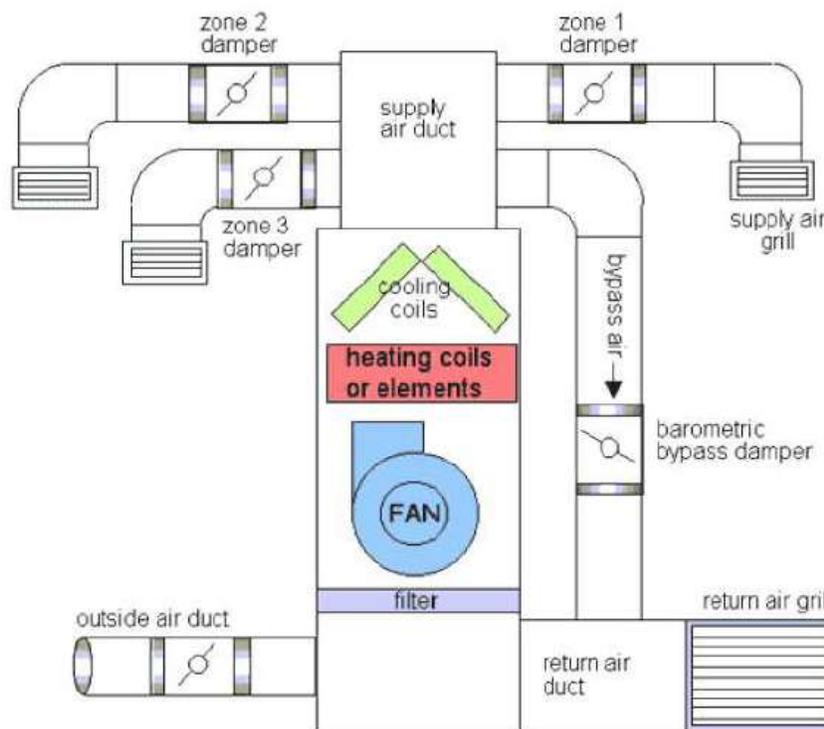
Ventilación: consiste en renovar el aire de un espacio cerrado, aportando aire del exterior, con el fin de asegurar su calidad, manteniendo la concentración de gases contaminantes en unos niveles que se puedan considerar saludables o no nocivos. En la actualidad se tiende a sistemas de doble flujo (circuito de extracción + circuito de impulsión (introducción) de aire del exterior) debido a la gran estanqueidad de las construcciones actuales. Una vez se tiene los dos flujos, lo mejor es emplear un recuperador de calor.

Humidificación/deshumidificación: consiste en incrementar o reducir la humedad del aire manteniéndola en su intervalo de confort. En general se puede decir que en el caso de calentar aire muy frío puede ser necesario humectarlo para reducir la sensación de sequedad en las vías respiratorias. Contrariamente, en algunos casos de mucha presencia humana o donde haya mucha humedad puede ser necesario reducirla. Esto se hace enfriando el aire, condensando parte de su humedad y luego calentándolo hasta la temperatura de confort.

Limpieza: consiste en filtrar el aire para eliminar el polvo, los humos, el polen, etc. en general, eliminar todo tipo de partículas sólidas en suspensión en el aire. Cada vez es más grande la preocupación por la calidad del aire que se respira, de ahí que sea creciente el uso de filtros para retener las partículas en suspensión.

Movimiento del aire interior: consiste en distribuir el aire de refresco procedente del exterior dentro del local de manera que no se creen corrientes de aire molestas para sus ocupantes. La difusión y circulación del aire en locales ocupados debe cuidarse mucho porque velocidades excesivas son percibidas como molestas por los ocupantes.

Figura 1. Esquema básico de un sistema HVAC



Fuente: Rosero y Pérez (Rosero & Pérez, 2012)

El funcionamiento de un sistema HVAC consiste en climatizar un ambiente (suministro de aire frío o caliente dependiendo de la situación) a un cuarto de control. En esta actividad, el sistema debe estar al tanto de cualquier alarma detectada en los equipos por mal funcionamiento, cualquier nivel de gases (oxígeno, metano, cloro y amoníaco) que ingrese al cuarto proveniente del exterior por fuera de rango o señal de posible incendio dentro y fuera del edificio o variación en la presión de aire en el recinto (por arriba o por debajo de lo estipulado).

3.3. Marco conceptual

Áreas y partes críticas: áreas de la empresa y componentes de las máquinas, equipos, materiales, o estructuras que tienen la probabilidad de ocasionar pérdidas, si se deterioran, fallan o se usan en forma inadecuada (División de Recursos Humanos, 2011).

ASHRAE: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers por sus siglas en inglés, es la Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado, encargada de generar estándares y normativas que conduzcan al buen diseño y ejecución de proyectos bajo sus áreas de aplicabilidad (A.Q.D. Mexico, 2016).

Filtración tipo MERV (Minimun Efficiency Reporting Value): es la clasificación del estándar ASHRAE 52.2 Method of Testing General Ventilation Air-Cleaning Devices for Removal Efficiency by Particle Size, para elementos de filtración de aire en sistemas ventilación mecánica aplicada a cualquier tipo de edificio (A.Q.D. Mexico, 2016).

Filtro HEPA (High Efficiency Particulate Air Filters): es un filtro con eficiencia igual o superior al 99,97% medido con partículas de 0,3 micrones con prueba DOP,

en marco metálico (ACAIRE - Asociación Colombiana de Acondicionamiento del Aire y la Refrigeración, 2013).

Prueba D.O.P: esta prueba consiste en dejar evaporar en un flujo de aire no contaminado la sustancia DiOctil-Phtalato. Esta sustancia, al condensarse genera partículas minúsculas uniformes en tamaño. El Filtro es sometido al flujo del aire contaminado con DOP y la eficiencia se determina por la medición de la reflexión de la luz causada por el contenido remanente de DOP en el lado del aire limpio.

Sistema HVAC: HVAC o Heating, Ventilation and Air Conditioning (Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado) por sus siglas en inglés, son aquellos sistemas utilizados para renovar y tratar el aire, con el fin de generar condiciones de salubridad, temperatura y humedad que brinden confort a las personas (Soler & Palau, 2017).

Unidad manejadora de aire: es una máquina para el tratamiento de aire, que busca garantizar las condiciones de temperatura, humedad, limpieza y caudal antes de ser suministrado a un área específica. Cuenta con etapas de mezcla, filtrado, enfriamiento, calefacción, humificación e impulsión, dependiendo de la estación o la aplicación una unidad estará compuesta de todas o algunas de las etapas (Baños & Martinez, 2018).

3.4. Marco legal

Ley 697 de 2001

Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones.

Ley 55 de 1993

Por medio de la cual se aprueba el "Convenio No. 170 y la Recomendación número 177 sobre la Seguridad en la Utilización de los Productos Químicos en el trabajo", adoptados por la 77a. Reunión de la Conferencia General de la O.I.T., Ginebra, 1990.

Ley 1672 de 2013

Por la cual se establecen los lineamientos para la adopción de una política pública de gestión integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE), y se dictan otras disposiciones.

RETIQ-Reglamento técnico de etiquetado en Colombia

Establecer medidas tendientes a fomentar el Uso Racional y Eficiente de la Energía -URE, en productos que usan Energía eléctrica y gas combustible, mediante el establecimiento y uso obligatorio de etiquetas que informen sobre el desempeño de los equipos en términos de consumo energético e indicadores de eficiencia.

Norma técnica colombiana NTC 3349

Esta norma de vocabulario define los principales conceptos básicos que involucran la Confiabilidad, el mantenimiento y la disponibilidad en el campo del procesamiento de datos. El vocabulario busca facilitar la comunicación Internacional en el procesamiento de datos. Este vocabulario presenta términos y definiciones de conceptos seleccionados pertinentes al campo del procesamiento de datos e identifica relaciones entre ellos.

4. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

A continuación, se presenta el desarrollo del trabajo realizado en el Centro de Optimización de la Refinería (COR) de Ecopetrol en Barrancabermeja, prestando los servicios profesionales en calidad de estudiante en prácticas, sirviendo a las labores de mantenimiento del sistema HVAC, durante el primer semestre del año 2020. Cabe resaltar que, durante un breve periodo de tiempo, y con motivo de la pandemia, se dejó de asistir presencialmente a las labores prácticas en la refinería, tiempo durante el cual, se realizaron algunos cursos de validación de conocimiento, que luego fueron puestos a prueba durante la realización de las inspecciones y los respectivos mantenimientos llevados a cabo.

4.1. Identificación de los equipos

Esta actividad se realizó durante la semana 1 a la semana 4 del desarrollo de la práctica, en donde, además, se tuvo contacto directo con las labores de mantenimiento que ya estaban programadas y que sentaron las bases de lo que fue el plan de trabajo llevado a cabo posteriormente. Para poder tener claridad de las labores que se deben llevar a cabo, es importante conocer a fondo de que se compone el sistema HVAC y cómo funcionan, para de esta forma, poder tener una visión más amplia de cómo llevar a cabo un correcto mantenimiento, teniendo en cuenta la importancia del mismo, el alto costo de los equipos y la responsabilidad que conlleva realizar este tipo de actividades.

Descripción del sistema de enfriamiento

El funcionamiento de un sistema HVAC consiste en climatizar un ambiente (suministro de aire frío o caliente dependiendo de la situación) a un cuarto de control. Estos sistemas son una parte fundamental del Centro de Optimización de

la Refinería (COR), pues mantiene en condiciones apropiadas los sistemas del edificio, además de garantizar unas condiciones adecuadas de confort a las personas que trabajan dentro de sus instalaciones.

Figura 2. Centro de Optimización de la Refinería (COR)



Fuente: Ecopetrol

No todo el mantenimiento del sistema es limpieza, se deben realizar mediciones de la carga de gas, las presiones de funcionamiento, la temperatura de los elementos en el sistema, determinar si el consumo eléctrico en amperaje es el correcto, así como comprobar que todos los componentes eléctricos y mecánicos se encuentren en perfecto funcionamiento. Existen diversos puntos a manejar en los sistemas de aire acondicionado, refrigeración y ventilación para tenerlos en óptimas condiciones.

Figura 3. Sistema HVAC



Fuente: Ecopetrol

En esta aspecto, el sistema debe estar al tanto de cualquier alarma detectada en los equipos por mal funcionamiento, cualquier nivel de gases (oxígeno, metano, cloro y amoníaco) que ingrese al cuarto proveniente del exterior por fuera de rango o señal de posible incendio dentro y fuera del edificio o variación en la presión de aire en el recinto (por arriba o por debajo de lo estipulado). A continuación, se describen las partes que componen el sistema HVAC del Centro de Optimización de la refinería en Barrancabermeja:

Sistema de acondicionamiento de ambiente

El cual involucra 3 subsistemas (2 activas, AC1-AC3, y 1 en stand-by, AC2, a espera de falla de las 2 anteriores) y cada una está constituida así:

- 1 torre de enfriamiento (chiller)
- 1 bomba de agua de condensación
- 1 filtro químico
- 1 unidad climatizadora (1 calefactor, 1 humidificador, 2 ventiladores centrífugos, 1 sensor de humedad, 1 sensor de temperatura, 1 sensor de flujo de aire)
- 1 unidad condensadora
- 1 calefactor
- 1 humidificador

Dampers

O válvulas que controlan el flujo del aire en todo el sistema de ductos del Centro de Optimización:

- Damper 1 (D1): controla flujo a la salida de la unidad climatizador AC1
- Damper 2 (D2): controla flujo a la salida de la unidad climatizador AC3
- Damper 3 (D3): habilita la suma de flujos entre unidades AC1 y AC2
- Damper 4 (D4): habilita la suma de flujos entre unidades AC2 y AC3
- Damper 5 (D5): habilita flujo para las unidades AC1 y AC2
- Damper 6 (D6): habilita flujo para las unidades AC2 y AC3
- Damper 7 (D7): controla la entrada de flujo de aire del exterior hacia el cuarto

Interruptores de flujo de aire

- Interruptor 1: permite retorno de aire de las oficinas hacia la entrada de las unidades climatizadora en modo recirculación de aire (normalmente cerrada)

- Interruptor 2: permite salida de la unidades climatizadoras hacia las oficinas tanto en modo recirculación de aire como en operación normal
- Interruptor 3: permite salida de la unidades climatizadoras hacia los C.C.C tanto en modo recirculación de aire como en operación normal
- Interruptor 4: permite retorno de aire de los C.C.C hacia la entrada de las unidades climatizadora en modo recirculación de aire (normalmente cerrada)

El sistema HVAC tiene cierto grado de complejidad, pero se puede entender fácilmente su funcionamiento. Para comprenderlo mejor, hay que referirse a la secuencia normal de arranque de cada equipos, la cual se puede mostrar, tomando como ejemplo la unidad AC1, tal como se muestra a continuación:

- 1) Apertura del damper de suministro D1
- 2) Cierre del damper de interconexión con unidad de stand-by D5
- 3) Apertura del damper de retorno
- 4) Encendido del ventilador del filtro químico VF1
- 5) Encendido de la bomba de agua B1
- 6) Monitoreo del agua en B1
- 7) Arranque de la torre de enfriamiento T1
- 8) Apertura dámara de toma aire del exterior D7
- 9) Encendido del ventilador de la climatizadora UCL1
- 10) Encendido compresor C1-1 de la unidad condensadora UC1
- 11) Encendido compresor C2-1 de la unidad condensadora UC1
- 12) Monitoreo de la presión en unidad condensadora UC1
- 13) Monitoreo del sensor de temperatura en unidad climatizadora UCL1
- 14) Monitoreo del sensor de humedad en unidad climatizadora UCL1
- 15) Encendido o apagado del sistema de calefacción y humidificación de la UCL1

Debido a que el sistema HVAC está sujeto a varios agentes externos, se pueden presentar las siguientes situaciones:

Situación 1

El sistema detecta una alarma en los equipos operantes AC1 o AC3 o que la temperatura de retorno del área bajo control supere los 80 °F (26,7 °C), éste debe:

- Apagar el equipo con alarma
- Activar alarma general para conexión con sistema de monitoreo principal del edificio
- Posicionar los dámpers para reemplazar al equipo alarmado
- Esperar a que los dámpers estén posicionados correctamente antes de enviar la orden de encendido del equipo de reemplazo
- Arrancar equipo de reemplazo
- Esperar a que el sistema con alarma cambie a estado normal
- Si el equipo alarmado se restablece como normal en todas sus variables, el sistema regresa a la posición normal y se desactiva la señal de alarma general.

Situación 2

El sistema detecta alarma contra incendio dentro del edificio. En esta situación éste debe:

- Enviar señal de apagado a todas las unidades y mantiene esta posición hasta que la señal de alarma se restablezca como normal
- Reiniciar en procedimiento de arranque normal de los equipos

Situación 3

En este caso el sistema detecta alarma contra incendio fuera del edificio, con la cual ejecuta lo siguiente:

- Cierre del dámper de aire exterior
- Envío de comando para deshabilitar los motores de los filtros
- Mantener la operación del edificio con aire de retorno 100% hasta que la alarma se restablezca
- Enviar comando de apertura de dámper aire exterior una vez restablecido la alarma
- Enviar comando para habilitar los filtros cuando el dámper de aire exterior está abierto al 95%

Situación 4

La otra situación se da cuando el monitor de gases envía una señal mayor al límite establecido por el operador, en este caso se sistema actúa:

- Cerrando el dámper de aire exterior
- Deshabilita filtros de aire de los equipos hasta que la señal esté restablecida a nivel normal, donde se revierte la operación.

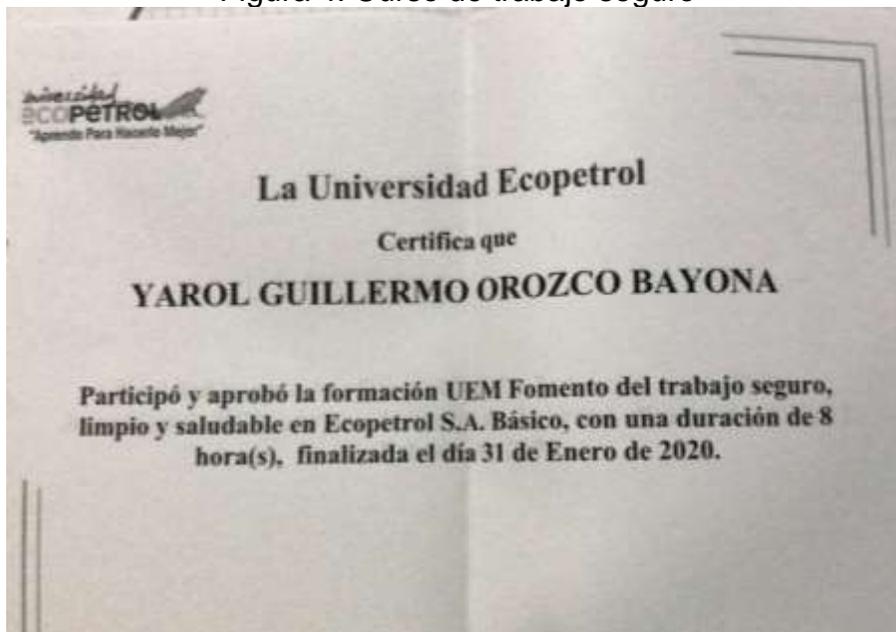
4.2. Cursos de mantenimiento de Ecopetrol

Durante el periodo de tiempo comprendido entre las semanas 5 y 6, no se realizó acto de presencia en las instalaciones de la refinería de Ecopetrol, producto de las medidas tomadas con motivo de la pandemia, razón por la cual, la empresa decidió

realizar unos cursos de mantenimiento para que los practicantes pudieran seguir aprendiendo sobre los temas a tratar en las prácticas y al retornar a las actividades normales tener mayor conocimiento de lo que se iba a ejecutar de ahí en adelante. Por esta razón, se realizaron los cursos que se relacionan a continuación con la respectiva evidencia de aprobación:

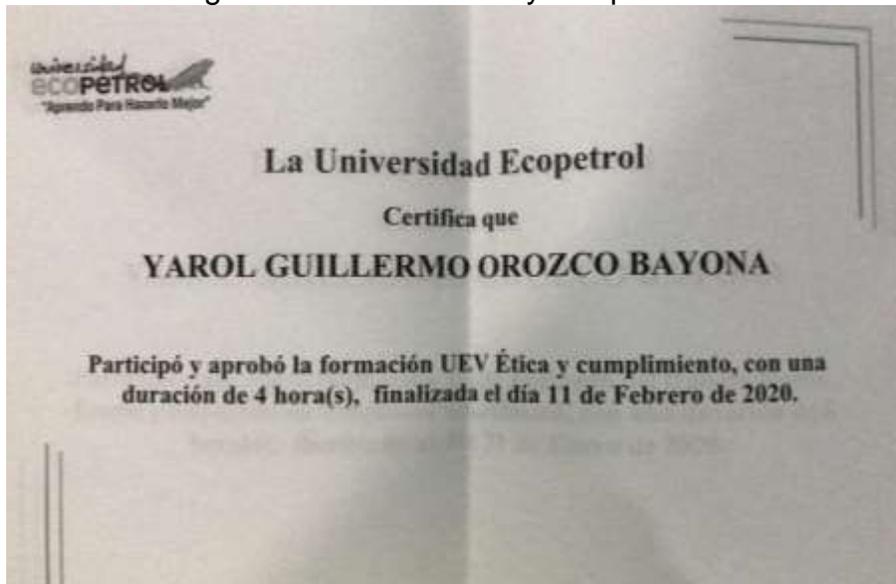
- Curso de trabajo seguro
- Curso de ética y cumplimiento
- Curso de inducción de aprendices

Figura 4. Curso de trabajo seguro



Fuente: Eco petrol

Figura 5. Curso de ética y cumplimiento



Fuente: EcoPetrol

Figura 6. Curso de inducción de aprendices



Fuente: EcoPetrol

4.3. Diagnóstico del sistema

El proceso de diagnóstico del sistema fue llevado a cabo durante las semana 7 a la semana 11 del periodo de prácticas. Es importante conocer el procedimiento que se realiza a cada equipo del sistema para poder plantear futuras mejoras y optimizar el proceso. A continuación, se detallan las actividades de diagnóstico realizadas según el tipo de mantenimiento, con el fin de analizar qué actividad se debería mejorar:

Mantenimiento mensual de equipo de refrigeración

- 1) Limpieza del filtro de aire: se realiza el lavado del elemento filtrante ya que este se encontrará con acumulación de polvo.
- 2) Revisión de componentes internos (faja, poleas, drenaje).
- 3) Limpieza de equipo: Se realiza la limpieza externa de la estructura del equipo.

Mantenimiento trimestral de equipo de refrigeración

- 1) Limpieza del filtro de aire: se realiza el lavado del elemento filtrante ya que este se encontrará con acumulación de polvo.
- 2) Verificar el tensado de la faja y alineamiento de poleas del motor de la unidad evaporadora, realizar reemplazo de componentes de ser necesario.
- 3) Limpieza de equipo: se realiza la limpieza externa de la estructura del equipo de la unidad condensadora y unidad evaporadora.

- 4) Limpieza de serpentín de unidad condensadora y unidad evaporadora: se realiza el lavado con agua a presión de los serpentines para eliminar la acumulación de polvo que se encuentran impregnadas en los mismos ya que pudiera no intercambiar el calor de forma eficiente.
- 5) Registro de presión de trabajo: con el apoyo de un manómetro se registrará los valores de la presión de trabajo tanto del lado de alta (descarga) y baja (succión) del sistema de aire acondicionado, para determinar si cuenta con fuga o no.
- 6) Limpieza y ajuste de conexiones del sistema eléctrico: se realiza la limpieza de cables, componentes eléctricos y ajuste de conexiones eléctricas, pernos, terminales eléctricos para evitar recalentamiento por falso contactos.
- 7) Regulación de temperatura: se realizará la graduación del termostato a una temperatura promedio de 23 ° C.

Mantenimiento preventivo semestral de equipo de refrigeración

- 1) Limpieza del filtro de aire: se realiza el lavado del elemento filtrante ya que este se encontrará con acumulación de polvo.
- 2) Inspección de componentes internos (faja, poleas, drenaje): se verifica el estado y condición de los componentes, puesto como cuentan con un trabajo diario, estos pueden presentar desgaste.
- 3) Limpieza de equipo: se realiza la limpieza externa de la estructura del equipo.

- 4) Limpieza de serpentín de unidad condensadora y unidad evaporadora: se realiza el lavado con agua a presión de los serpentines para eliminar la acumulación de polvo que se encuentran impregnadas en los mismos ya que pudiera no intercambiar el calor de forma eficiente.
- 5) Revisión, lubricación de rodamientos o bocinas de motores eléctricos: se realizará el desarmado del motor eléctrico y se procederá a verificar si presenta desgaste en puntos móviles, y se aplicará grasa o aceite donde requiera.
- 6) Registro de presión de trabajo: con el apoyo de un manómetro se registrará los valores de la presión de trabajo tanto del lado de alta (descarga) y baja (succión) del sistema de aire acondicionado, para determinar si cuenta con fuga o no.
- 7) Limpieza y ajuste de conexiones del sistema eléctrico: se realiza la limpieza de cables, componentes eléctricos y ajuste de conexiones eléctricas, pernos, terminales eléctricos para evitar recalentamiento por falso contactos.
- 8) Regulación de temperatura: se realizará la graduación del termostato a una temperatura promedio de 20 ° C.

Mantenimiento preventivo anual de equipo de refrigeración

- 1) Limpieza del filtro de aire: se realiza el lavado del elemento filtrante ya que este se encontrará con acumulación de polvo.

- 2) Inspección de componentes internos (faja, poleas, drenaje): se verifica el estado y condición de los componentes, puesto como cuentan con un trabajo diario, estos pueden presentar desgaste.
- 3) Limpieza de equipo: se realiza la limpieza externa de la estructura del equipo.
- 4) Limpieza de serpentín de unidad condensadora y unidad evaporadora: se realiza el lavado con agua a presión de los serpentines para eliminar la acumulación de polvo que se encuentran impregnadas en los mismos ya que pudiera no intercambiar el calor de forma eficiente.
- 5) Revisión, lubricación de rodamientos o bocinas de motores eléctricos: se realizará el desarmado del motor eléctrico y se procederá a verificar si presenta desgaste en puntos móviles, y se aplicará grasa o aceite donde requiera.
- 6) Registro de presión de trabajo: con el apoyo de un manómetro se registrará los valores de la presión de trabajo tanto del lado de alta (descarga) y baja (succión) del sistema de aire acondicionado, para determinar si cuenta con fuga o no.
- 7) Megado de motores eléctricos: Se realizará el megado de los motores eléctricos de la unidad condensadora, evaporadora y motor compresor de acuerdo al nivel de tensión en la cual trabaja. Esta actividad es recomendada realizarla de forma anual para no dañar el aislamiento del bobinado del motor eléctrico.

- 8) Limpieza y ajuste de conexiones del sistema eléctrico: Se realiza la limpieza de cables, componentes eléctricos y ajuste de conexiones eléctricas, pernos, terminales eléctricos para evitar recalentamiento por falso contactos.
- 9) Regulación de temperatura: Se realizará la graduación del termostato a una temperatura promedio de 23° C.

Mantenimiento preventivo mensual de equipo de ventilación

- 1) Limpieza del equipo.
- 2) Verificación de ruido anormal.

Mantenimiento preventivo trimestral de equipo de ventilación forzada

- 1) Verificación de ruido anormal.
- 2) Limpieza del equipo (limpieza de rejillas de aire, estructura, componentes externos, limpieza del filtro de aire).
- 3) Limpieza del equipo parte interna (ventiladores axial o centrifugo, poleas, filtro de aire).
- 4) Revisión de componentes mecánicos (poleas, fajas, chumaceras).
- 5) Ajuste de conexiones eléctricas del circuito de control y de fuerza).
- 6) Verificar estado de tensado de faja.

7) Toma de parámetros eléctricos.

8) Lubricación de chumaceras.

Mantenimiento preventivo semestral de equipo de ventilación forzada

- 1) Verificación de ruido anormal, en estructura o motor eléctrico.
- 2) Limpieza del equipo (limpieza de rejillas de aire, estructura, componentes externos) Limpieza del equipo parte interna (ventiladores axial o centrifugo, poleas, filtro de aire).
- 3) Revisión de componentes mecánicos (poleas, fajas, chumaceras).
- 4) Ajuste de conexiones eléctricas del circuito de control y de fuerza).
- 5) Verificar estado de tensado de faja.
- 6) Toma de parámetros eléctricos.
- 7) Lubricación de chumaceras.
- 8) Megado de motores eléctricos.

Mantenimiento preventivo anual de equipo de ventilación forzada

- 1) Verificación de ruido anormal, en estructura o motor eléctrico.

- 2) Limpieza del equipo (limpieza de rejillas de aire, estructura, componentes externos).
- 3) Limpieza del equipo parte interna (ventiladores axial o centrifugo, poleas, filtros de aire).
- 4) Revisión de componentes mecánicos (poleas, fajas, chumaceras).
- 5) Ajuste de conexiones eléctricas del circuito de control y de fuerza).
- 6) Verificar estado de tensado de faja.
- 7) Toma de parámetros eléctricos.
- 8) Lubricación de chumaceras.
- 9) Megado de motores eléctricos.
- 10) Lavado de motor electico.

Luego de las actividades de inspección, se identificó que algunas tareas, que requieren mayor tiempo de ejecución, tienden a ser realizadas con prisa, lo que se resta efectividad a la misma. Por ejemplo, para hacer mantenimiento al sistema de refrigeración, es necesario desarmar el equipo en su totalidad para posteriormente lavar con agua a presión tanto la unidad evaporadora y la unidad condensadora. Esto debe realizarse de forma cuidadosa y aplicar el agua a presión a pequeños intervalos, sobre toda el área del equipo, para remover impurezas, restos de polvo y algún elemento extraño que haya podido ingresar.

4.4. Ejecución del mantenimiento

Para las semanas 12 a la 18, se realizaron las respectivas labores de mantenimiento siguiendo los parámetros definidos anteriormente, y que son el eje central del trabajo realizado en el sistema HVAC del Centro de Optimización de la refinería en Barrancabermeja, puesto que fue donde se puso en práctica todo el conocimiento adquirido durante las semanas previas, dejando a un lado la teoría, para centrar la atención en el trabajo de campo, haciendo frente a las labores de mantenimiento a cada uno de los equipos de sistema que así lo requerían. Para ello, se hizo uso de los formatos preoperacionales de Ecopetrol, en donde se registró cada uno de los hallazgos encontrados, para luego proceder a ejecutar el proceso necesario para poner a punto los elementos del sistema.

Figura 7. Formato primera inspección preoperacional

Fuente: Ecopetrol

Las imágenes de los hallazgos se muestran a continuación:

Cuadro 1. Revisión de la bomba MP 5002 A



Fuente: Ecopetrol

Figura 8. Revisión de la manejadora

of 100%

TABLERO DE CONTROL HVAC TCA5003-MANEJADORAS

MANUAL OFF AUTO

AA5011A		AA5011B		AA5011C		AA5011D	
<input checked="" type="checkbox"/> ON	<input type="checkbox"/> OFF	°C-H% 16 25	<input checked="" type="checkbox"/> ON	<input type="checkbox"/> OFF	°C-H% 18 22	<input checked="" type="checkbox"/> ON	<input type="checkbox"/> OFF
<input checked="" type="checkbox"/> ON	<input type="checkbox"/> OFF	°C-H% 21 19	<input type="checkbox"/> ON	<input type="checkbox"/> OFF	°C-H% — —	<input type="checkbox"/> ON	<input checked="" type="checkbox"/> OFF
<input checked="" type="checkbox"/> ON	<input type="checkbox"/> OFF	°C-H% 21 19	<input type="checkbox"/> ON	<input type="checkbox"/> OFF	°C-H% — —	<input type="checkbox"/> ON	<input type="checkbox"/> OFF
<input checked="" type="checkbox"/> ON	<input type="checkbox"/> OFF	°C-H% 21 19	<input type="checkbox"/> ON	<input type="checkbox"/> OFF	°C-H% — —	<input checked="" type="checkbox"/> ON	<input type="checkbox"/> OFF

SALA OPERACIONES	CUARTO TÉCNICO HARDWARE	CUARTO BAS	CUARTO CONTROL AVANZADO
T °C Ambiente <input type="checkbox"/>			
Presurización ()	Presurización ()	Presurización ()	Presurización ()

Observaciones:
 La manejadora AA5011D presenta falla por desgaste de correa,
 por tal motivo la bomba de la manejadora para su funcionamiento.

Ruta de Monitoreo Sistemas A.A. COR - CONFORT

Fuente: Ecopetrol

Las imágenes de los hallazgos se muestran a continuación:

Cuadro 2. Revisión de la bomba manejadora



Fuente: Ecopetrol

Figura 9. Revisión pormenorizada de piezas de las bombas

BOMBAS		Lubricación					
<input checked="" type="checkbox"/>	P. Surc. 20 Psi	<input checked="" type="checkbox"/>	Normal Medio Nudo				
<input checked="" type="checkbox"/>	P. Desc. 30 Psi	<input checked="" type="checkbox"/>					
<input checked="" type="checkbox"/>	P. Surc. 20 Psi	<input checked="" type="checkbox"/>	Normal Medio Nudo				
<input checked="" type="checkbox"/>	P. Desc. 30 Psi	<input checked="" type="checkbox"/>					

CHILLERS			
ASUJERA	<input checked="" type="checkbox"/>	PSI SUR	19 Psi
	ON OFF	PSI DES	30 Psi
		TEMP	
		TEMP	

ÁREA OPERATIVA	CUARTO TÉCNICO OPERATIVA	CUARTO SAL	CUARTO CONTROL OPERATIVA
T °C Ambiente	T °C Ambiente	T °C Ambiente	T °C Ambiente
Presurización ()	Presurización ()	Presurización ()	Presurización ()

* Detener en las piezas de las bombas HP5002A - HP5002B

* Señales de temperatura del chiller 3 en la zona de confort en mal estado.

* Rubotes del chiller 3 en proceso condensación

* Montaje de a valvula por goteo constante.

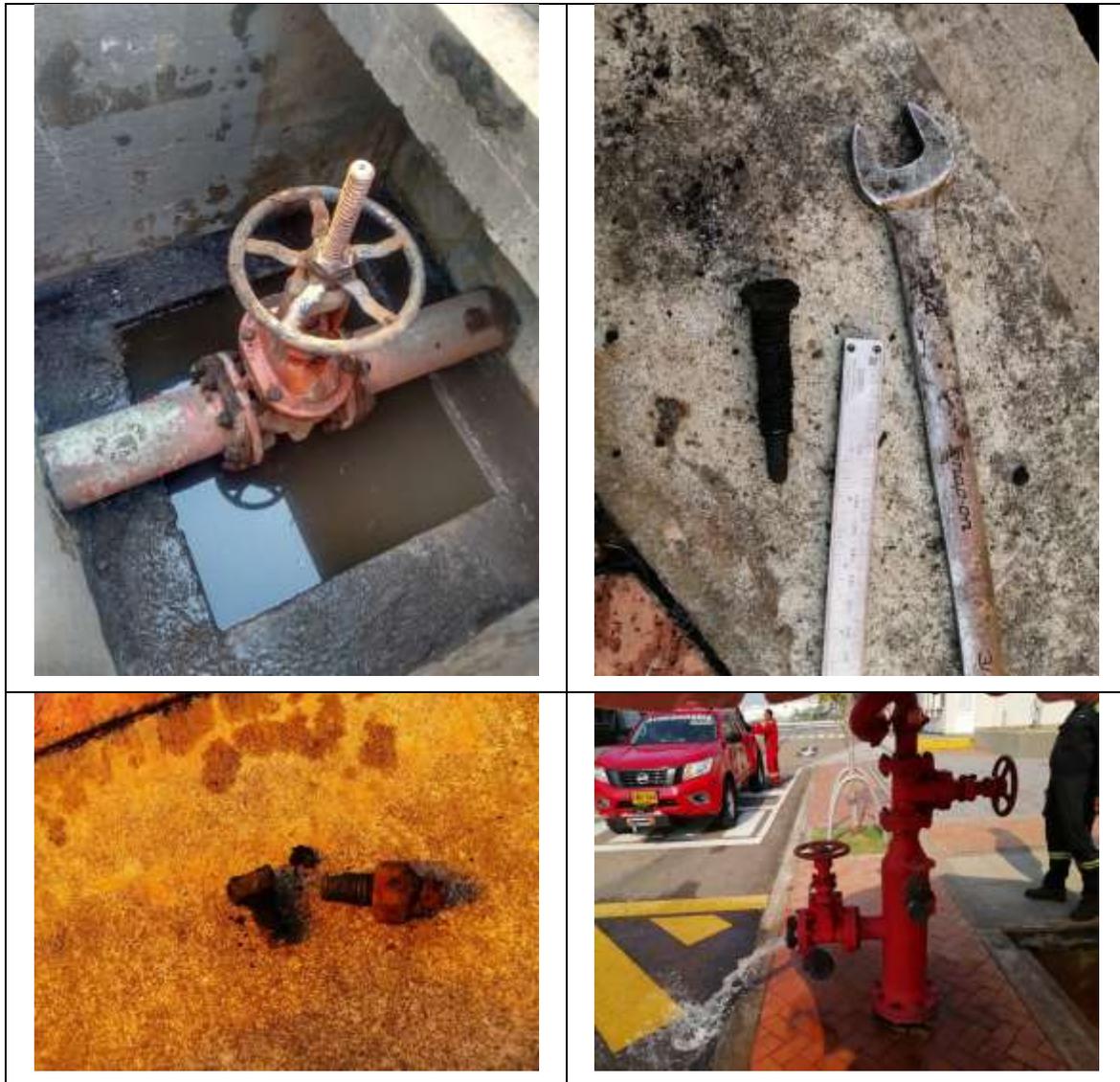
Fuente: Ecopetrol

Las imágenes de los hallazgos se muestran a continuación:

Cuadro 3. Revisión pormenorizada de piezas de las bombas



Cuadro 3. (Continuación)



Fuente: Ecopetrol

En las imágenes se puede observar que luego del diagnóstico pormenorizado de las piezas de las bombas, se encontró mucho material desgastado, fruto de la oxidación, lo que ocasionó la ruptura de algunas válvulas y el deterioro progresivo de algunos tornillos. Aunque el desgaste por oxidación suele ser frecuente, es

necesario realizar las labores de mantenimiento de acuerdo a lo establecido anteriormente, con el fin de garantizar el correcto funcionamiento del sistema.

Cuadro 4. Labores de mantenimiento a la válvula de agua



Fuente: Ecopetrol

Cuadro 5. Verificación del mantenimiento realizado



Fuente: Ecopetrol

5. RESULTADOS

Luego de identificar con claridad cada uno de los aspectos más importante del sistema HVAC del Centro de Optimización de la refinería de Ecopetrol en Barrancabermeja, se procedió a establecer las mejoras al programa de mantenimiento a fin de garantizar un óptimo desempeño del sistema y la forma correcta de lleva a cabo este importante proceso, que es vital para asegurar una larga vida útil de cada uno de los equipos que conforman el sistema. Por lo tanto, el resultado del desarrollo del trabajo de prácticas, se traduce en el presente plan de mejoras al mantenimiento de los Sistemas HVAC. Todas y cada una de las consideraciones siguientes, son en base a la labor realizada con anterioridad.

5.1. Mejoras al mantenimiento de los sistemas HVAC

Herramientas y Equipos a utilizar

- Uniforme antinflama
- Casco de seguridad
- Zapatos dieléctricos
- Gafas de seguridad
- Guantes dieléctricos
- Respirador para polvo
- Guantes de cuero y/o antideslizante
- Protector auditivo
- Guante criogénico
- Guantes de PVC
- Tapones auditivos

Consideraciones de seguridad en la Tarea

Previo al comienzo de cualquier actividad se debe realizar las siguientes acciones:

I. De las Herramientas Manuales

- Utilizar las herramientas correctas para el trabajo a desempeñar
- Colocarlas en un lugar seco y en un área que no dificulte el tránsito de personas
- Almacene las herramientas apropiadamente cuando no estén en uso. Ejemplo: no cargue herramientas en sus bolsillos; no coloque herramientas donde puedan deslizarse, protéjase de los bordes cortantes; guárdelas en un lugar seco.
- Este atento cuando use herramientas. Ejemplos: Mantenga sus dedos lejos de los bordes cortantes.
- Efectúe el trabajo lejos de su cuerpo al usar herramientas cortantes.
- Llenar los respectivos formatos de Ecopetrol para cada labor que se realiza
- De encontrar anomalías reportar inmediatamente

II. Del Área de Trabajo

- Delimitar el área de trabajo con cintas de señalización y/o letreros de advertencia, en caso de requerirse
- Reconocer los riesgos propios del equipo a intervenir como: presiones, temperaturas, fluidos, productos químicos, energías utilizadas, etc.
- Contar con un ejemplar de los procedimientos requeridos para la realización del trabajo, así como de las hojas de seguridad (MSDS) de los productos

químicos a ser usados y los respectivos check list de las herramientas con fuente de energía eléctrica

- Todos los envases de los productos a utilizar deberán estar rotulados. Orden y limpieza del área antes, durante y después de realizada la tarea
- Antes de empezar la labor, se debe tener claridad de los peligros, conocer los controles y evitar incidentes que puedan generar accidentes de trabajo o enfermedades laborales a quien ejecuta la tarea
- Los riesgos valorados en las evaluaciones de riesgos que puedan surgir en el análisis de riesgo y la forma de minimizarlo son de obligatorio conocimiento y aplicación

Actividades

- 1) Inspeccionar estado y condición del equipo a intervenir (de ser posible tomar parámetros como por ejemplo de: temperaturas internas, externas, caudal de succión y/o descarga de aire).
- 2) Se realizará el desenergizado del circuito de control (24 vac) y bloqueo y etiquetado del circuito de fuerza del equipo (460 vac-220 vac).
- 3) Se realizará el retiro de las tapas externas y el filtro de aire utilizando taladro portátil (24 vac) o destornillador y/o llaves mixtas. De ser necesario se utilizará una escalera portátil para equipos donde su unidad evaporadora se encuentren dentro del cielo raso.
- 4) Se procederá a la limpieza de filtros de aire con uso de agua a presión, de ser necesario se procederá a realizar el cambio.

- 5) Se inspeccionará el estado y condición de la faja de transmisión y poleas, si fuese necesario se realizará el cambio a fin de evitar problemas con el equipo de aire acondicionado.
- 6) Se realizará la limpieza del contactor (contactos, bobina, terminales) de ser necesario se procederá a cambiar.
- 7) Se realizará el mantenimiento a los motores eléctricos de unidad evaporadora y unidad condensadora).
- 8) Lubricación de componentes mecánicos.
- 9) Se realizará el lavado de las bobinas de los motores de la unidad evaporadora y de la unidad condensadora.
- 10) Se realizará el lavado de los serpentines de unidad evaporadora y condensadora, en donde se eliminará acumulación de polvo y residuos.
- 11) Se realizará el lavado de los drenajes internos y externos.
- 12) Se realizará la limpieza interna y externa del equipo eliminando acumulación de polvo.
- 13) Se revisará la condición de los componentes mecánicos y eléctricos del equipo, se procederá al cambio de ser necesario.
- 14) Se realizará la inspección de la condición de los ductos, de ser necesario se procederá a reparación de aislamiento a fin de evitar condensación en las mismas.

- 15) Luego de realizar el mantenimiento del equipo y sin encontrar anomalías que afecten la operación integral del equipo, se procederá a la colocación de los filtros de aire y de las tapas externas (quedará abierta la tapa más cercana a las válvulas de acceso de la unidad condensadora para poder registrar las presiones de trabajo) y los consumos eléctricos.
- 16) Se realizará el desbloqueo del equipo y la prueba de funcionamiento.
- 17) Se registrará datos de los consumos eléctricos de los motores internos.
- 18) Se realizará inspección y/o regulación del termostato (21°C).
- 19) Luego de realizar la medición de los parámetros del equipo, se procederá a la colocación de las tapas faltantes.
- 20) Se tomarán datos de temperatura interna y externa y el caudal de succión y descarga del aire con el termo anemómetro.
- 21) Se verificará la programación y funcionamiento de los temporizadores.
- 22) Dejar el sitio de trabajo limpio y ordenado y sellar cualquier abertura para evitar la entrada de aire contaminada a los ambientes.

Consideraciones importantes

Una de las condiciones principales del sistema es mantener flujo de aire de manera constante en todo el Centro de Optimización, como una de las medidas para garantizar presión positiva dentro del edificio, teniendo en cuenta esta consigna es indispensable que el edificio en ningún momento debe quedar sin suministro de aire (a menos que se presente falla en el sistema eléctrico o sea necesario el cambio de

filtros), para evitar la entrada de partículas y agentes infecciosos o bacterianos. Así, a medida que las diferentes etapas de filtro cumplan con su función (atrapando partículas) y limiten el flujo normal de aire, el sistema de control deberá aumentar la velocidad de los motores para garantizar el flujo constante.

Con el fin de verificar la integridad y operación de las etapas de filtración, el sistema de control debe ser capaz de monitorear constantemente el estado de cada uno de los filtros. Durante el funcionamiento, a través de la unidad circulan diferentes tipos de partículas:

- La toma de aire exterior succiona polvo del ambiente.
- El aire de retorno arrastra partículas desde el interior del Centro de Optimización.

Los distintos tipos de partículas son atrapadas por las tres etapas de filtración, a medida que este proceso evoluciona, las partículas bloquean el normal flujo de aire, aumentando la caída de presión al interior de la unidad.

6. CONCLUSIONES

Sin duda alguna, el sistema HVAC cumple una función muy importante, sobre todo en áreas con bastante contaminación ambiental como ocurre al interior de la refinería, en donde existe altos niveles de contaminación, por lo que mantener el aire libre de impurezas y una sensación termina agradable son fundamentales no solo para los trabajadores que allí laboran sino también para los equipos y dispositivos electrónicos que son susceptibles a cambios de temperatura o la presencia de partículas como polvo o suciedad.

La presente practica empresarial fue de gran utilidad para ampliar el conocimiento sobre este tipo de sistemas, que cada vez mas son mas requeridos, dados los aspectos ambientales e higiénicos que representan y que sin lugar a dudas serán la norma de ahora en adelante, en donde la sociedad es mas consciente de los peligros invisibles que rodean el entorno y que pueden traer consecuencias devastadoras, tal y como ocurre en la actualidad.

Se plantearon toda una serie de mejoras, basadas en los hallazgos encontrados en los mantenimientos previos, que pudieron evidenciar un correcto desempeño en términos generales, pero que eventualmente podrá ser mejorado si se tienen en cuenta las consideraciones y observaciones plasmadas en el presente documento.

7. RECOMENDACIONES

Se recomienda llevar a cabo todas y cada una de las acciones aquí expuestas, con lo cual se asegura un correcto mantenimiento de los equipos y componentes del sistema HVAC del Centro de Optimización de la Refinería de Ecopetrol en Barrancabermeja.

Es importante seguir realizando este tipo de labores prácticas al interior de grandes empresas, como lo es Ecopetrol, para reforzar el conocimiento adquirido en el aula de clase y ponerlo a disposición de quienes valoran el desempeño de los estudiantes en práctica.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A.Q.D. Mexico. (03 de Febrero de 2016). *¿Qué es MERV?* Obtenido de <http://www.aqdemexico.com/que-es-merv/>

A.Q.D. Mexico. (11 de Abril de 2016). *Calidad de aire en quirófanos e instalaciones de salud*. Obtenido de <http://www.aqdemexico.com/calidad-aire-en-quiropfanos-e-instalaciones-salud/>

ACAIRE - Asociación Colombiana de Acondicionamiento del Aire y la Refrigeración. (2013). *Norma acaire de acondicionamiento de aire para establecimientos hospitalarios*. Bogotá: ACAIRE.

Baños, F., & Martinez, W. (2018). *Diseño del sistema de control HVAC de un complejo de salas de cirugía*. Cartagena de indias : Universidad Tecnológica de Bolivar .

División de Recursos Humanos. (2011). *Programa de inspecciones*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.

ECOPETROL. (08 de Septiembre de 2014). *Cooperemos*. Obtenido de Nuestra historia:
<https://www.ecopetrol.com.co/wps/portal/Home/es/NuestraEmpresa/QuienesSomos/NuestraHistoria/>

Rosero, J., & Pérez, G. (2012). *Diseño de la automatización de un sistema HVAC para un cuarto de control en la industria petroquímica*. Cartagena de indias : Universidad Tecnológica de Bolivar.

R-DC-128

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO
EN MODALIDAD DE PRÁCTICA

VERSIÓN: 01

Soler & Palau. (25 de Septiembre de 2017). *El Blog de la ventilación eficiente*.
Obtenido de HVAC ¿Qué es?: <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/hvac-que-es/>

Soler & Palau. (25 de Septiembre de 2017). *Sistemas de Ventilación*. Obtenido de
<https://www.solerpalau.com/es-es/blog/hvac-que-es/>

Sotolongo, A. (29 de Agosto de 2012). *ACR Latinoamérica*. Obtenido de Aire
acondicionado y su historia :
<https://www.acrlatinoamerica.com/201208294926/articulos/otros-enfoques/aire-acondicionado-y-su-historia.html>

9. ANEXOS

Anexo A. Evidencia fotográfica de los cursos realizados

