

MODELO DE GERENCIAMIENTO DE MANTENIMIENTO PARA LOS SISTEMAS
DE REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO INDUSTRIAL DE LA
REFINERÍA DE ECOPETROL EN BARRANCABERMEJA

SANDRA MILENA CARRILLO PINTO
WILFRAN EDUARDO SALAZAR HERRERA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2018

MODELO DE GERENCIAMIENTO DE MANTENIMIENTO PARA LOS SISTEMAS
DE REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO INDUSTRIAL DE LA
REFINERÍA DE ECOPELROL EN BARRANCABERMEJA.

SANDRA MILENA CARRILLO PINTO
WILFRAN EDUARDO SALAZAR HERRERA

Monografía de grado presentada como requisito para optar al título de
ESPECIALISTA EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO

Director:
CARLOS ALBERTO BARAJAS FORERO
Ingeniero mecánico

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2018

Para mis padres José y Rita por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

Sandra Milena

*A mis padres Héctor Salazar y Darnelly Herrera
A mi hermana Mónica Salazar
Por su apoyo incondicional
En esta etapa importante de mi vida académica y profesional*

Eduardo

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	15
1. OBJETIVOS	16
1.1. OBJETIVO GENERAL:	16
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	16
2. JUSTIFICACIÓN	17
3. GENERALIDADES	18
3.1. MISIÓN	18
3.2. VISIÓN.....	19
3.3. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL.....	19
4. AIRE ACONDICIONADO GENERALIDADES.....	21
4.1. ACONDICIONAMIENTO DE AIRE.....	21
4.2. REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN	21
4.3. PARTES PRINCIPALES DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN	23
5. TIPOS DE SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO INDUSTRIAL	29
5.1. EQUIPO TIPO SPLIT (DIVIDIDO).....	29
5.2. EQUIPO TIPO PAQUETE.....	30
5.3. MANEJADORAS DE AGUA HELADA	31
5.4. EQUIPOS DE PRECISIÓN	32
5.5. EQUIPO TIPO CHILLER.....	34
6. FUNDAMENTOS DE MANTENIMIENTO.....	35
6.1. MANTENIMIENTO PREVENTIVO	35
6.2. MANTENIMIENTO CORRECTIVO (REPARACIÓN)	35

6.3.	MANTENIMIENTO PLANEADO.....	36
6.4.	ELEMENTOS DEL MANTENIMIENTO PLANEADO.....	37
6.4.1	Administración del plan.....	38
6.4.2	Inventario de instalaciones.	38
6.4.3	Identificación del equipo..	38
6.4.4	Registro de instalaciones.	39
6.4.5	Programa específico de mantenimiento.	39
6.4.6	Especificación del trabajo.	40
6.4.7	Programa de mantenimiento.	40
6.4.8	Control del programa.	40
6.4.9	Indicadores de mantenimiento..	41
6.4.9.1	Indicadores de Disponibilidad:	43
6.4.9.2	Indicadores de gestión de órdenes de trabajo (O.T).....	45
6.4.9.3	Índice de cumplimiento de la planificación	47
6.4.9.4	Índices de coste.	48
6.4.9.5	Índice de mantenimiento programado.....	50
6.4.9.6	Índice de emergencias.	51
6.4.9.7	Índices de Gestión de Almacenes y Compras.	52
6.4.9.8	Índices de seguridad y medio ambiente.....	54
6.4.9.9	Índice de jornadas perdidas.	55
6.4.9.10	Índice de tiempo medio de permanencia de residuos en planta.	55
6.4.9.11	Índices de formación.	55
7.	MODELO DE MANTENIMIENTO PLANEADO	57
7.1	ADMINISTRACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO	57

7.2	INVENTARIO DE INSTALACIONES E IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS ...	57
7.3	REGISTRO DE INSTALACIONES.....	82
7.4	PROGRAMA ESPECÍFICO DE MANTENIMIENTO	87
7.5	ESPECIFICACIÓN DEL TRABAJO	89
7.6	PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO.....	89
7.7	CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LOS MANTENIMIENTOS.....	90
	CONCLUSIONES	96
	BIBLIOGRAFÍA.....	97

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama proyectos y servicios sede Barrancabermeja.....	20
Figura 2. Organigrama contrato de mantenimiento GRB.....	20
Figura 3. Componentes del sistema de refrigeración por compresión.....	22
Figura 4. Distintas familias de compresores para aire acondicionado.....	23
Figura 5. Distintos tipos de compresores para aire acondicionado.....	24
Figura 6. Partes de la condensadora.....	25
Figura 7. Condensador casco tubo.....	26
Figura 8. Válvula de expansión termostática.....	27
Figura 9. Serpentín evaporador.....	28
Figura 10. Intercambiador evaporador.....	28
Figura 11. Sistema Split condensado por agua.....	29
Figura 12. Condensadora de un sistema Split condensado por aire.....	30
Figura 13. Equipo paquete condensado por aire.....	30
Figura 14. Equipo paquete condensado por agua.....	31
Figura 15. Manejadora de agua helada.....	32
Figura 16. Equipo de precisión.....	33
Figura 17. PLC de control de un equipo de precisión.....	33
Figura 18. Chiller condensado por aire.....	34
Figura 19. Chiller condensado por agua.....	34
Figura 20. Codificación Ecopetrol.....	58
Figura 21. Codificación Proyectos y Servicios.....	59
Figura 22. Pantalla inicial, compilados equipos de aire acondicionado grb.....	82
Figura 23. Pantalla dos, compilado equipos de aire acondicionado grb.....	83
Figura 24. Pantalla tres, compilado equipos de aire acondicionado grb.....	83
Figura 25. Pantalla cuatro, compilado equipos de aire acondicionado grb.....	84
Figura 26. Carpetas de almacenamiento de trabajos.....	84
Figura 27. Primer pantallazo de la sabana de mantenimiento preventivo de Ecopetrol.....	90

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Inventario de equipos tipo paquete	61
Tabla 2. Inventario de equipos split	65
Tabla 3. Inventario de equipos de precisión	76
Tabla 4. Inventario de equipos chillers.....	78
Tabla 5. Inventario de equipos de agua helada	80

LISTA DE FORMATOS

Formato 1. Hoja de vida de equipos de aire acondicionado PYS-FT-59	60
Formato 2. FT-18-VERSION 10- Revisión de equipos	91
Formato 3. FT-09 VERSIÓN 3 Control de mantenimiento de equipos de A.A central	92
Formato 4. Orden de trabajo mantenimiento preventivo equipo split, paquete y manejadora agua fría.....	93
Formato 5. Orden de trabajo mantenimiento correctivo equipo split, paquete y	94

RESUMEN

TÍTULO: Modelo de gerenciamiento de mantenimiento para los sistemas de refrigeración y aire acondicionado industrial de la refinería de Ecopetrol en Barrancabermeja.

AUTORES: Sandra Milena Carrillo Pinto, Wilfran Eduardo Salazar Herrera

PALABRAS CLAVES: Mantenimiento planeado, sistema de Refrigeración, programa de mantenimiento.

CONTENIDO:

El diseño de un modelo de gerenciamiento de mantenimiento para los sistemas de refrigeración y aire acondicionado industrial de la refinería de Ecopetrol en Barrancabermeja desde la empresa proyectos y servicios Ltda.; está basado en la configuración del plan de mantenimiento preventivo en el que se conserve y se prolongue la vida útil de los equipos de aire acondicionado de la refinería bajo una apuesta de proveer un servicio eficiente.

Debido a la entrada del control electrónico a la refinería, ha cobrado gran importancia la disponibilidad y confiabilidad de los sistemas de aire acondicionado. Una falla podría afectar de manera importante la operación de las plantas y generar significativas pérdidas económicas.

El modelo de mantenimiento actual no brinda confiabilidad; por lo cual se propone un modelo de gerenciamiento que muestre las fallas del vigente modelo para corregirlas y de esta manera mejorar el servicio a largo plazo en el que se logre optimizar los recursos disponibles y así concretar un presupuesto adecuado. También se pretende con este modelo disminuir las emanaciones de gas refrigerante a la atmosfera debidas a las fugas de los sistemas de refrigeración.

El modelo a diseñarse espera cumplir con los objetivos de disponibilidad y confiabilidad para lo cual se realizará la identificación de los equipos, elaboración de las hojas de vida de los equipos, elaboración de la documentación para el diseño del modelo de mantenimiento que contribuirá a la mejora del seguimiento de los trabajos de mantenimiento y a la mejora de los procesos en el que se eviten las fallas en la operación de la planta en la refinería.

*Proyecto de grado

**Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de ingeniería Mecánica. Especialización de Gerencia Mantenimiento. Director: Carlos Alberto Barajas Forero

ABSTRACT

TÍTULO: Maintenance management model for the refrigeration and industrial air conditioning systems of the Ecopetrol refinery in Barrancabermeja

AUTHOR: Sandra Milena Carrillo Pinto, Wilfran Eduardo Salazar Herrera

KEYWORDS: Maintenance planning, Refrigeration system, maintenance program

CONTENT:

The design of a maintenance management model for the refrigeration and industrial air conditioning systems of the Ecopetrol refinery in Barrancabermeja from the company proyectos y servicios Ltda; it is based on the configuration of the preventive maintenance plan in which the useful life of the refinery's air conditioning equipment is conserved and extended in a bid to provide an efficient service.

Due to the entrance of the electronic control to the refinery, the availability and reliability of the air conditioning systems has gained great importance. A failure could significantly affect the operation of the plants and generate significant economic losses.

The current maintenance model does not provide reliability; Therefore, a management model is proposed that shows the failures of the current model to correct them and thus improve the long-term service in which it is possible to optimize the available resources and thus specify an adequate budget. It is also intended with this model to reduce the emissions of refrigerant gas to the atmosphere due to the leakage of refrigeration systems.

The model to be designed, expects to meet the availability and reliability objectives for which the identification of the equipment will be done, elaboration of the resumes of the equipment, elaboration of the documentation for the design of the maintenance model that will contribute to the Improvement of the follow-up of the maintenance works and the improvement of the processes in which the failures in the operation of the plant in the refinery are avoided.

*Bachelor Thesis

*Physicomechanical Faculty Of Engineering. School Of Mechanical Engineering. Director: Carlos Alberto Barajas Forero

INTRODUCCIÓN

Proyectos y servicios Ltda. es una empresa dedicada al diseño, instalación y mantenimiento de sistemas de aire acondicionado y ventilación de tipo industrial, comercial y residencial, para diferentes clientes en distintas zonas del país incluyendo la refinería de Ecopetrol de Barrancabermeja Santander.

Proyectos y servicios Ltda. maneja hace diez años el contrato de mantenimiento de los sistemas de aire acondicionado de la refinería de Ecopetrol en Barrancabermeja, es el contrato más grande de mantenimiento en el que manejan aproximadamente 680 equipos entre industriales comerciales y residenciales. Dado al tamaño y complejidad del contrato se requiere un plan de mantenimiento preventivo apropiado para conservar y prolongar la vida útil de los equipos a cargo; daría como resultado una mayor disponibilidad de los equipos y reduciría los mantenimientos correctivos no programados. Se iniciará con el inventario y catalogación de todos los equipos de aire acondicionado y refrigeración, también se realizará un listado de repuestos de mayor rotación y la elaboración de las hojas de vida de todos los equipos para así modelar el plan de mantenimiento más adecuado.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL:

Proponer un modelo de gerenciamiento de mantenimiento para los sistemas de refrigeración y aire acondicionado industrial de la refinería de Ecopetrol en Barrancabermeja.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Identificar todos los equipos de refrigeración y aire acondicionado industrial instalados en la refinería.
- Elaborar las hojas de vida de los equipos.
- Elaborar los formatos y documentos que se requieran para el modelo del plan de mantenimiento.
- Mejorar el seguimiento de los trabajos realizados mediante auditorías aleatorias de las órdenes de trabajo.
- Construir indicadores para la medir de los procesos y mejorarlos.

2. JUSTIFICACIÓN

En los últimos años con la entrada de elementos electrónicos en los cuartos de control y subestaciones que requieren una temperatura y humedad controlada, ha cobrado gran importancia la disponibilidad y confiabilidad de los sistemas de aire acondicionado. Una falla podría afectar de manera importante la operación de las plantas y generar significativas pérdidas económicas. El modelo de mantenimiento actual no cumple con los objetivos de disponibilidad y confiabilidad; por lo cual se propone un modelo de gerenciamiento que muestre las fallas del vigente modelo para corregirlas y de esta manera mejorar la disponibilidad y confiabilidad a largo plazo en el que se logre optimizar los recursos disponibles y así concretar un presupuesto adecuado. También se pretende disminuir las emanaciones de gas refrigerante a la atmosfera debidas a las fugas de los sistemas de refrigeración, para bajar impacto negativo al medio ambiente, lo cual presupone la disminución de daños en los equipos.

3. GENERALIDADES

Proyectos y servicios Ltda. es una empresa con 25 años de experiencia dedicada a la prestación de servicios de Ingeniería, montajes y mantenimientos en aire acondicionado, redes eléctricas de baja tensión, iluminación, paneles solares, obras civiles, automatización e integración de sistemas. Los servicios ofrecidos están certificados bajo las normas ISO 9001, ISO 14001, OSHAS 18001, y NORSOK

Esta empresa lleva diez años en el que presta el servicio de mantenimiento preventivo y correctivo a los sistemas de aire acondicionado de cada una de las plantas y oficinas de la refinería de Ecopetrol de Barrancabermeja, Santander. Esta organización ha realizado montajes en distintas plantas por lo cual es la firma en el ramo del aire acondicionado con mayor trayectoria laboral en las instalaciones de Ecopetrol de la enunciada ciudad.

A continuación, se genera una sucinta descripción de la empresa Proyectos y servicios Ltda.

3.1. MISIÓN

Proyectos y servicios Ltda. es una empresa dedicada al diseño, ingeniería, suministro, mantenimiento, automatización, control y medición en sistemas de refrigeración, aire acondicionado, mantenimiento y montaje de subestaciones e instalaciones eléctricas de media y baja tensión y obras civiles. Esta organización enuncia un compromiso con la mejora continua que garantiza el desarrollo de los procesos y la prestación de servicios con calidad. Plantea la búsqueda de la satisfacción de las necesidades de los clientes y grupos de interés; respaldados por los principios y valores éticos, soportados en la producción de innovación y en la mejora de la tecnología que orientan el crecimiento y desarrollo de la organización. La organización contribuye al bienestar y armonía social en las áreas en las que se

opera, aporta beneficios a sus colaboradores, proveedores y plantea como principio la preservación de los recursos naturales, la biodiversidad y el cuidado del ambiente mediante la gestión eco-eficiente de los procesos.

3.2. VISIÓN

Proyectos y Servicios Limitada, para el año 2020 se proyecta como una empresa reconocida a nivel nacional mediante la innovación en nuevas tecnologías que orienten el crecimiento y desarrollo organizacional. La organización buscará fortalecer el recurso humano especializado, el sentido de responsabilidad social, la generación de valor, la calidad en el servicio, la competitividad, el mejoramiento continuo, la eco-eficiencia, la preservación de los recursos naturales y el medio ambiente.

3.3. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

Proyectos y servicios Ltda. tiene su oficina principal en Bucaramanga y una sede en Barrancabermeja de donde depende el contrato de mantenimiento. En la figura 1 se muestra la estructura organizacional de la sede de Barrancabermeja y la del contrato.

Figura 1. Organigrama proyectos y servicios sede Barrancabermeja

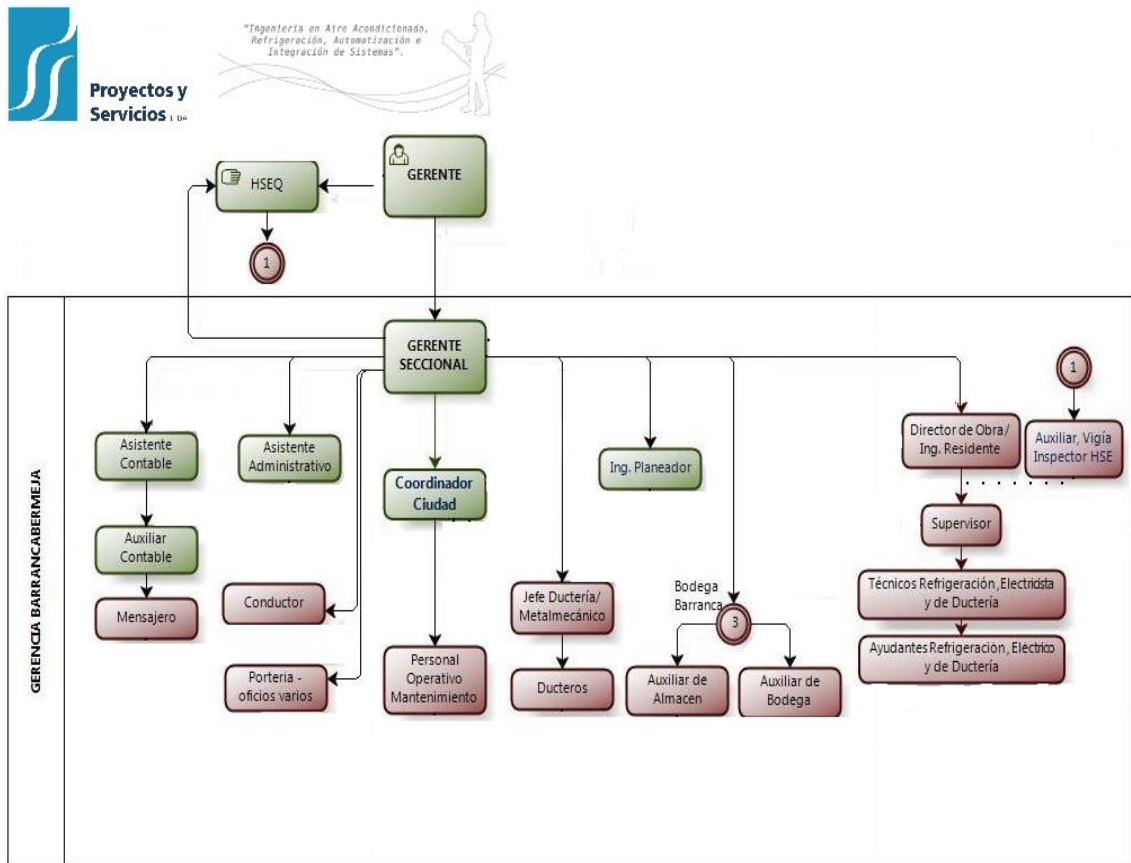
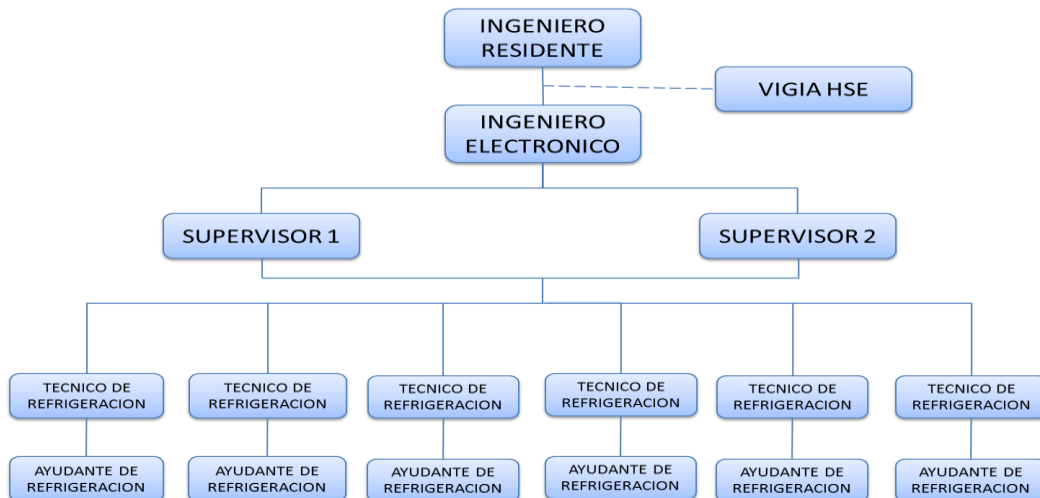


Figura 2. Organigrama contrato de mantenimiento GRB



4. AIRE ACONDICIONADO GENERALIDADES.

4.1. ACONDICIONAMIENTO DE AIRE

El acondicionamiento de aire es el proceso de tratamiento de aire atmosférico que intenta controlar seis variables para que el ambiente acondicionado sea confortable para seres humanos o sea el mínimo requerido por instrumentación electrónica. Las variables a controlar son temperatura, humedad relativa, circulación del aire, limpieza (filtración), ventilación (renovación de aire) y nivel sonoro.

4.2. REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN

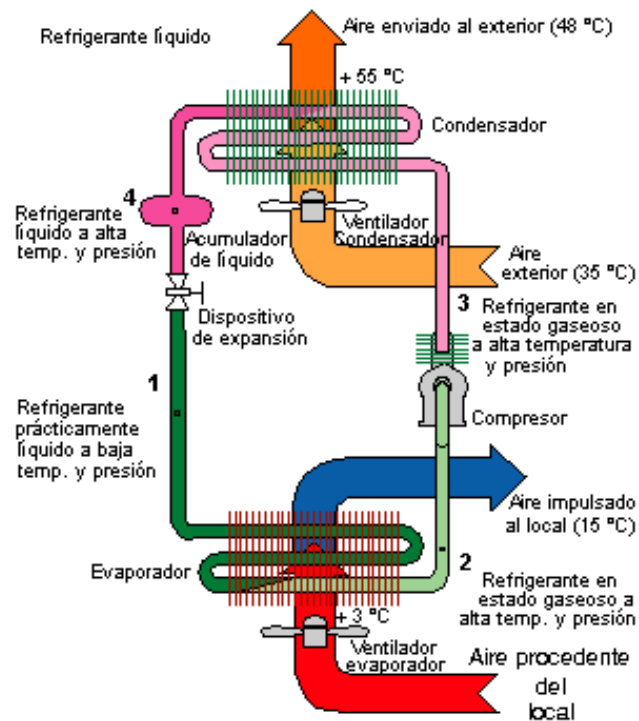
En este sistema se utiliza un compresor mecánico para elevar la presión de un fluido gaseoso especial que funciona como refrigerante, confinado a un sistema cerrado herméticamente. El fluido comprimido circula por un conducto serpenteante llamado condensador, dotado de aletas donde se enfría y condensa como líquido al quedar por debajo de la temperatura de condensación, según el diagrama de fases para esas condiciones de presión y temperatura. La alta resistencia al flujo a la salida del condensador representado por el tubo capilar o válvula de expansión frena el libre flujo a través del sistema, para permitir que el compresor eleve la presión suficientemente para que sobrepase la presión necesaria en el que el refrigerante condense a temperatura próxima al ambiente.

El refrigerante condensado circula como líquido por el conducto capilar y se vierte a otro conducto también tortuoso, de mayor diámetro que el capilar y con muy baja presión en su interior; dada la succión del compresor, conocido como evaporador. Ante esas nuevas condiciones el refrigerante se evapora rápidamente y se enfría notablemente el evaporador. Los vapores producidos en el evaporador, son

succionados nuevamente por el compresor y el ciclo se reinicia y mantiene de manera continua hasta alcanzar temperaturas muy bajas en el lado del evaporador. Como fluidos refrigerantes se utilizan frecuentemente, el amoníaco, los refrigerante HFC y algunas mezclas de hidrocarburos¹.

A continuación, muestran las partes principales del sistema de aire acondicionado de manera detallada.

Figura 3. Componentes del sistema de refrigeración por compresión.



Fuente: Imagen tomada (en línea) consultada (02 de noviembre de 2018)
<http://www.sabelotodo.org/aparatos/imagenes/aireacondicio.png>

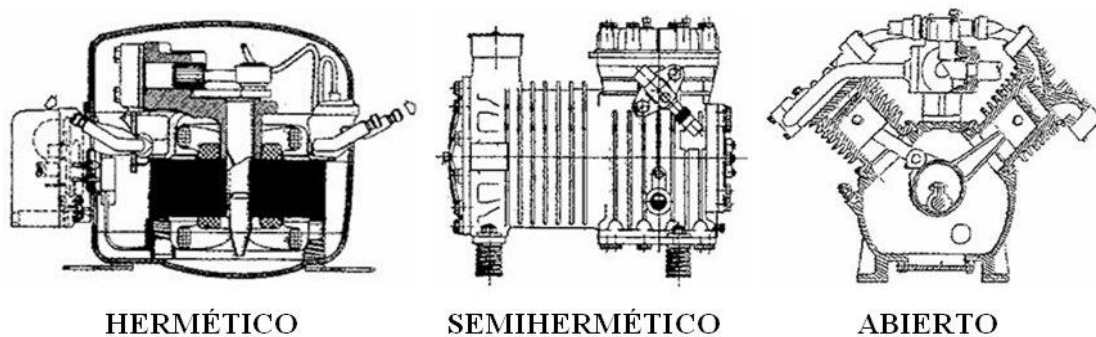
¹ El concepto es tomado de lo enunciado [en línea] <http://www.sabelotodo.org/aparatos/refrigeracion.html>. [Citado en diciembre 10 de 2016].

4.3. PARTES PRINCIPALES DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN

Compresor: Componente del sistema de aire acondicionado cuya función principal es transformar la energía eléctrica en trabajo de compresión para elevar la presión y temperatura del refrigerante y enviarlo como un gas sobrecalentado a la condensadora. El compresor asegura el movimiento del refrigerante a través del sistema.

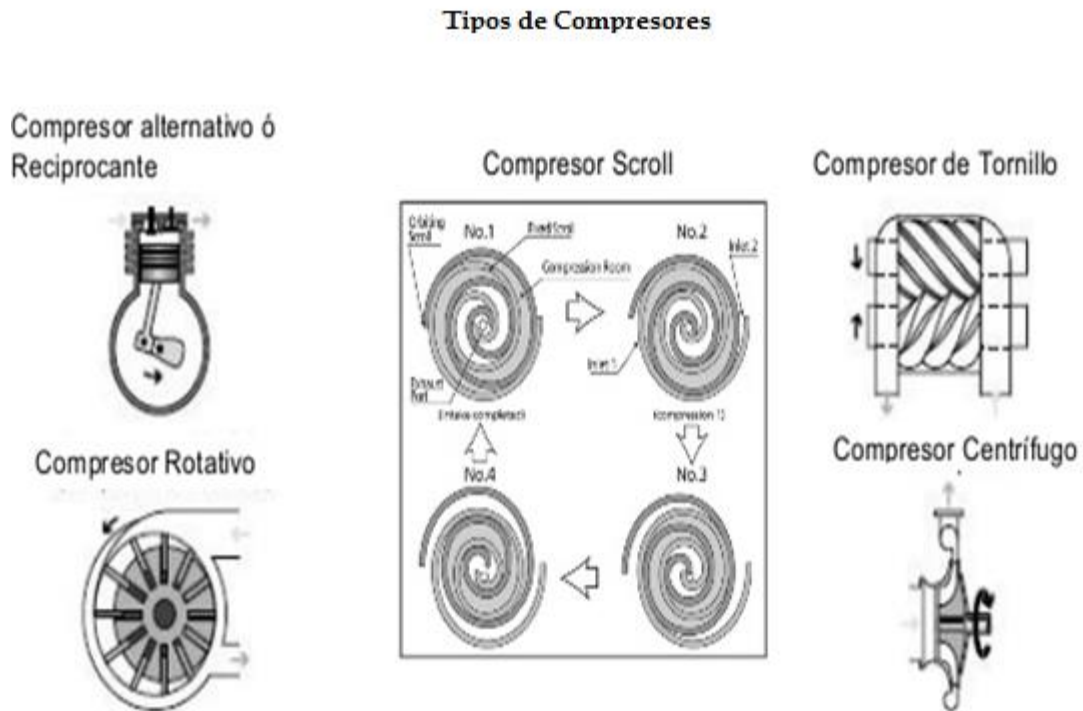
Existen varias familias de compresores para aire acondicionado, las principales son: hermético, semihermético y abierto. La familia depende de su configuración externa; a su vez estos pueden ser de tipo alternativo, rotativo, scroll, de tornillo y centrífugo, según sus mecanismos internos.

Figura 4. Distintas familias de compresores para aire acondicionado



Fuente: Imagen tomada de (en línea) consultado (02 noviembre de 2018)
<https://compresoresymaquinaria.files.wordpress.com/2013/01/imagen1.jpg>

Figura 5. Distintos tipos de compresores para aire acondicionado



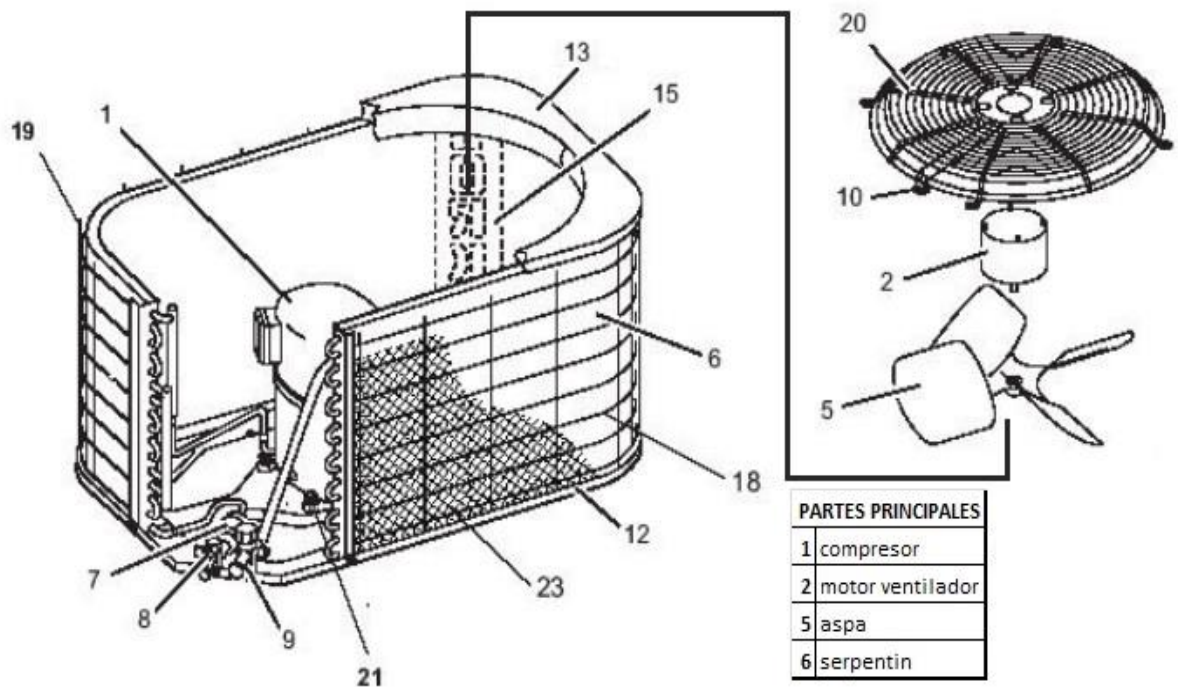
Fuente: Imagen tomada de (en línea) consultado (02 de noviembre de 2018)
<http://image.slidesharecdn.com/viiexpofrio2011-variablesdecompresoresderefrigeracionyaireacondicionadonov2011-130127143723-phpapp01/95/vii-expofrio-2011-variables-de-compresores-de-refrigeracin-y-aire-acondicionado-nov-2011-11-638.jpg?cb=1359297540>

Condensador: Este componente del sistema de aire acondicionado es el encargado de transferir el calor que el refrigerante ha extraído del área a acondicionar y del trabajo generado por el compresor, a la atmosfera o a un flujo de agua. El condensador está compuesto por un serpentín y un ventilador o intercambiador de calor, en algunas aplicaciones puede alojar el compresor y el dispositivo de expansión.

En el caso de un << sistema condensado por aire >>, el ventilador hace pasar el aire atmosférico a través de las aletas del serpentín para enfriar el refrigerante que se mueve en su interior en forma de vapor sobrecalentado y convertirlo en líquido sub-

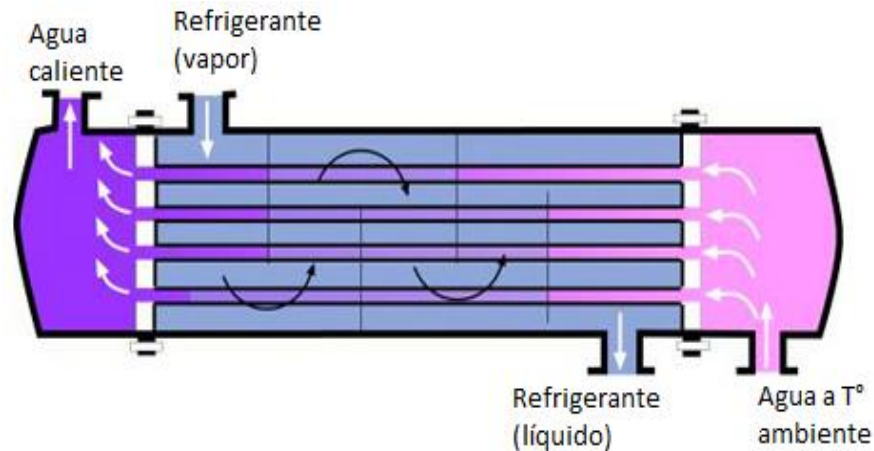
enfriado. En el caso de un << sistema condensado por agua >>, una bomba hace pasar el agua a temperatura ambiente a través del intercambiador para enfriar el refrigerante que se mueve en su interior en forma de vapor sobrecalentado y lo convierte en líquido sub-enfriado.

Figura 6. Partes de la condensadora



Fuente: Imagen tomada de (en línea) consultado (02 de noviembre de 2018)
<http://www.upgnet.com/PdfFileRedirect/035-21152-001-A-0206.pdf>

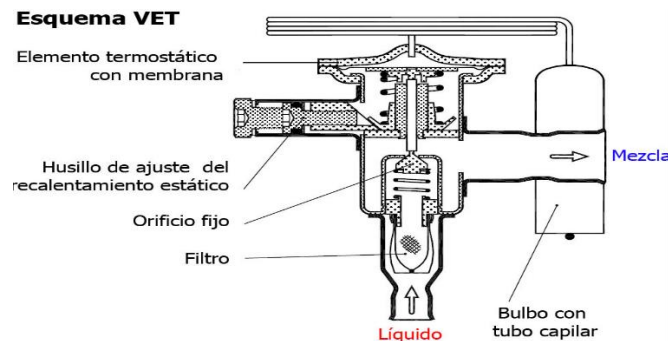
Figura 7. Condensador casco tubo



Fuente: tomada de (en línea) consultado (02 de noviembre de 2018)
http://www.empresaeiciente.com/images/empresas/tecnologias/27/img_01.jpg

Dispositivo de expansión: Es un componente del sistema de aire acondicionado que tiene como función la disminución súbita de la presión y temperatura del refrigerante para que pase de líquido sub-enfriado a líquido saturado, de tal modo que después del paso por el dispositivo de expansión el refrigerante tenga una temperatura más baja que la del medio que se quiere acondicionar y puede extraer el calor del aire. Existen varios tipos de dispositivos de expansión dentro de los que se encuentran la válvula de expansión termostática o VET, tubo capilar y válvula de expansión electrónica.

Figura 8. Válvula de expansión termostática.

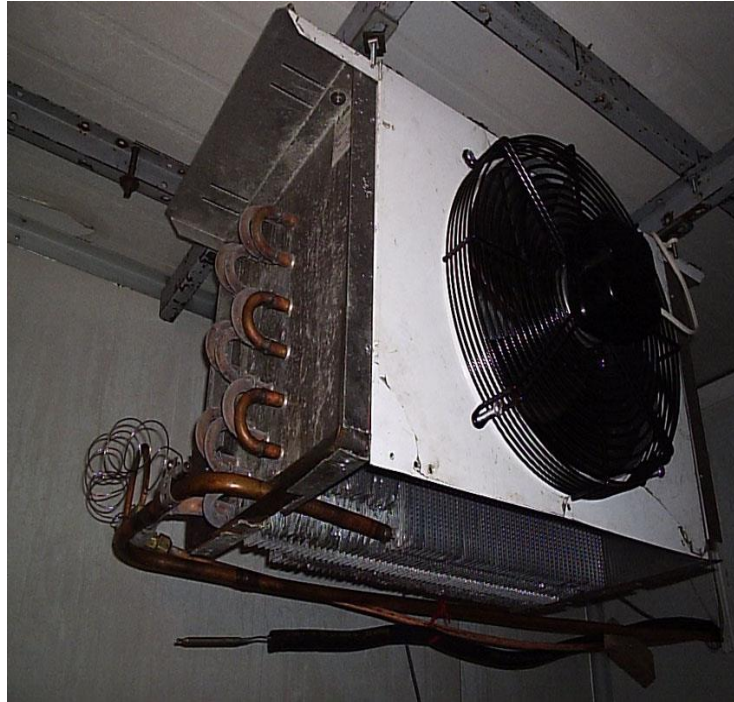


Fuente: tomada de (en línea) consultado (02 de noviembre de 2018)
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/01/Esquema_VET.jpg

Evaporador: Es el componente del sistema de aire acondicionado encargado de extraer el calor del aire del área a acondicionar o del agua en el caso de un chiller. El evaporador está compuesto por un serpentín y un ventilador o un intercambiador de calor, en algunas aplicaciones pueden alojar el compresor y la expansión.

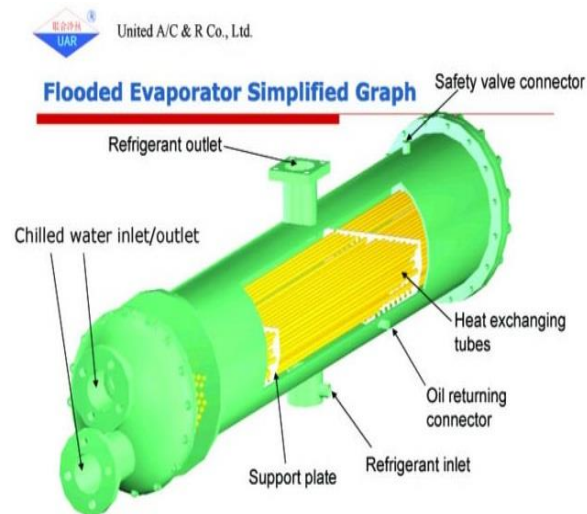
En el caso de un <<equipo de expansión directa>>, un ventilador hace que el aire del área a acondicionar pase a través de las aletas del serpentín para que disminuya su temperatura y transfiera el calor al refrigerante que genera que pase de líquido saturado a vapor sobrecalentado. En el caso de un <<equipo chiller>>, una bomba hace que el agua que se requiere enfriar pase a través del intercambiador para que disminuya su temperatura y transfiera el calor al refrigerante haciendo que éste pase de líquido saturado a vapor sobrecalentado.

Figura 9. Serpentín evaporador



Fuente: tomada de (en línea) consultado (02 de noviembre de 2018)
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/10/Evaporador_aleteado_1.jpg?uselang=es

Figura 10. Intercambiador evaporador



Fuente: tomada de (en línea) consultado (02 de noviembre de 2018) de
http://i01.i.aliimg.com/img/pb/979/869/469/469869979_077.jpg

5. TIPOS DE SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO INDUSTRIAL

5.1. EQUIPO TIPO SPLIT (DIVIDIDO)

Este tipo de equipo está conformado por dos unidades físicamente separadas pero unidas entre sí por tuberías de refrigeración y eléctricas. La unidad que contiene el serpentín evaporador, la válvula de expansión y el ventilador de aire frío se conoce como <<manejadora>>, está ubicada en el interior de la edificación y se conecta al área a acondicionar a través de los ductos de suministro y retorno de aire; por esta razón, se encuentra lo más cerca posible del área a acondicionar.

La unidad que contiene el serpentín de condensación, los compresores y los ventiladores de aire caliente se conoce como <<condensadora>>, está ubicada fuera de la edificación y construida de tal manera que soporta la intemperie; en este caso es conocido como <<sistema condensado por aire>>. En algunas aplicaciones la condensadora no posee ventiladores, ni serpentín de condensación en su lugar hay un intercambiador de calor al cual llega agua ambiente y los compresores, en este caso es conocido como <<sistema condensado por agua>>.

Figura 11. Sistema Split condensado por agua



Figura 12. Condensadora de un sistema Split condensado por aire



5.2. EQUIPO TIPO PAQUETE

Este tipo de equipo combina en una unidad la manejadora y la condensadora y todos los elementos del sistema de aire acondicionado; los hay condensados por aire y condensados por agua. Este equipo puede estar instalado a la intemperie o dentro de la edificación, depende de su aplicación.

Figura 13. Equipo paquete condensado por aire



Figura 14. Equipo paquete condensado por agua



5.3. MANEJADORAS DE AGUA HELADA

Este tipo de equipos son similares a las unidades manejadoras de los Split, poseen serpentín y ventilador de aire frío, con la diferencia que dentro del serpentín que enfría el aire no pasa refrigerante sino agua helada proveniente de un chiller; por lo tanto, tampoco poseen válvula de expansión. Generalmente en un sistema de agua helada un chiller esta interconectado con dos o más manejadoras a través de una red de tuberías para agua aisladas térmicamente.

Figura 15. Manejadora de agua helada



5.4. EQUIPOS DE PRECISIÓN

Este tipo de equipos es similar a los Split con la diferencia de que contienen un PLC y subsistemas que controlan la humedad relativa y la temperatura con mayor precisión, existen aplicaciones donde son condensados por aire o por agua, en cualquiera de los dos casos los compresores se encuentran en la unidad manejadora; también existe equipos de precisión de agua helada donde utiliza el agua fría de un chiller para enfriar el aire.

Figura 16. Equipo de precisión



Figura 17. PLC de control de un equipo de precisión



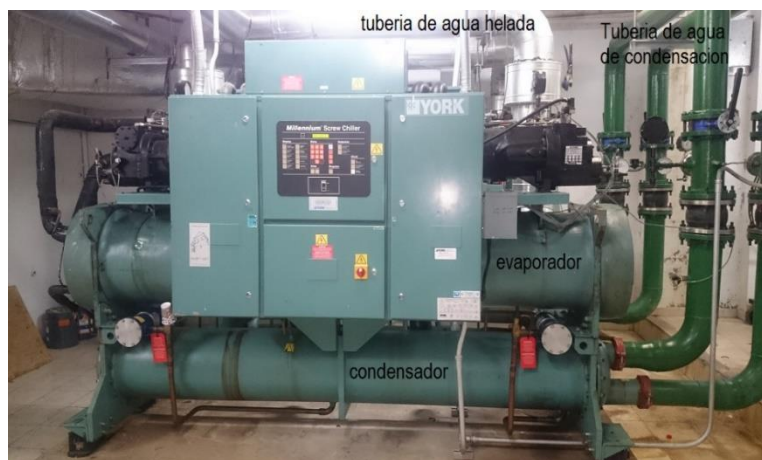
5.5. EQUIPO TIPO CHILLER

Este equipo de aire acondicionado es similar al equipo paquete pues posee todos los elementos del sistema de refrigeración en un solo bastidor, con la diferencia que el evaporador es un intercambiador casco tubo que enfría agua o una combinación de agua con glicol. El agua es movida en un sistema de bombeo que la hace circular en un circuito cerrado entre las manejadoras de agua helada y el chiller para asegurar el correcto intercambio de calor. Los hay condensados por aire y condensados por agua; pueden estar instalados a la intemperie o dentro de la edificación dependiendo de su aplicación.

Figura 18. Chiller condensado por aire



Figura 19. Chiller condensado por agua



6. FUNDAMENTOS DE MANTENIMIENTO

6.1. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento se define como el aseguramiento de que una instalación, un sistema de equipos, una flotilla u otro activo fijo continúen realizando las funciones para las que fueron creados, entonces el mantenimiento preventivo es una serie de tareas planeadas previamente que se llevan a cabo para contrarrestar las causas conocidas de fallas potenciales de enunciadas funciones. Esto es diferente a un mantenimiento de reparación, el cual normalmente se considera como el reemplazo, renovación o reparación general del o de los componentes de un equipo o sistema para que sea capaz de realizar la función para la que fue creado.

El mantenimiento preventivo es el enfoque preferido para la administración de los activos: a) Posibilita la prevención de una falla prematura y reduce su frecuencia; b) Reduce la severidad de la falla y mitiga sus consecuencias; c) proporciona un aviso de una falla inminente o incipiente para permitir una reparación planeada; reduce el costo global de la administración de los activos.²

6.2. MANTENIMIENTO CORRECTIVO (REPARACIÓN)

Este tipo de mantenimiento sólo se realiza cuando el equipo es incapaz de seguir operando. No hay elemento de planeación para este tipo de mantenimiento. Este es el caso que se presenta cuando los costos adicionales de otros tipos de mantenimiento no pueden justificarse. Este tipo de estrategia se conoce como <<de operación hasta que falle>>.

El mantenimiento de reparación puede dividirse en dos amplias categorías: <<reparación planeada y reparación no planeada>>. La reparación planeada

² DUFFUAA, Salih O. CAMPBELL, et al. Sistemas de mantenimiento: Planeación y control. Limusa, 2000. P,75.

implica: en primer lugar, que todos los recursos necesarios para realizar las tareas hayan sido planeados previamente y estén disponibles; en segundo lugar, que el trabajo se lleve a cabo de acuerdo con un programa establecido. La reparación no planeada puede tener disponibles un conjunto de instrucciones normales; da la posibilidad de tener a la mano los trabajadores y piezas necesarias o puede estar insertado en un programa de mantenimiento bajo una base ad hoc, pero no cumpla con los criterios de planeación, ni de programación previa.

6.3. MANTENIMIENTO PLANEADO

El mantenimiento planeado es un esfuerzo integrado para convertir la mayor parte del trabajo en mantenimiento programado. El mantenimiento planeado es el trabajo que se identifica mediante el mantenimiento preventivo y predictivo. Este incluye la inspección y el servicio de trabajos que se realizan a intervalos recurrentes específicos; también está relacionado con el mantenimiento con base en las condiciones.

En el mantenimiento planeado, todas las actividades se planean previamente; esto incluye la planeación y abastecimiento de materiales. La planeación de los materiales permite una programación más confiable, además de los ahorros de costos en entrega y pedidos de materiales. Así mismo, los trabajos se programan en momentos que no alteren los programas de entregas y de producción. Los ahorros con la introducción del mantenimiento planeado son significativos en términos de la reducción del tiempo muerto y los costos de materiales. El mantenimiento planeado ofrece un enfoque acertado para mejorar el mantenimiento y cumplir con los objetivos establecidos³.

³ ÍDEM, P.67

6.4. ELEMENTOS DEL MANTENIMIENTO PLANEADO

El mantenimiento planeado se refiere al trabajo de mantenimiento que se realiza con una planeación, previsión, control y registros por adelantado. Incluye toda la gama de tipos de mantenimiento y se aplica a las estrategias de reemplazo, mantenimiento preventivo y correctivo, y se caracteriza por lo siguiente:

- La política de mantenimiento se establece de manera cuidadosa.
- La aplicación de la política se planea previamente.
- El trabajo se controla para que se ajuste al plan original.
- Se recopila, analiza y utiliza datos que sirvan de insumo a la configuración de políticas de mantenimiento.

- 6.4.1 Administración del plan.** El primer paso en el desarrollo de un programa completo de mantenimiento planeado consiste en reunir una fuerza de trabajo que inicie y ejecute el plan. Se designará a una sola persona como jefe de la fuerza de trabajo, además se posiciona como esencial el compromiso de la dirección para el cumplimiento significativo del plan. Después de anunciar el plan y formar la organización necesaria para el mismo, la fuerza de trabajo deberá emprender la tarea de conformar el programa.
- 6.4.2 Inventario de instalaciones.** El inventario de las instalaciones es una lista de todas las instalaciones que incluye todas las piezas de un sitio; está se elabora con fines de identificación. Se deberá elaborar una hoja de inventario de todo el equipo que muestre la identificación de éste, la descripción de la instalación, su ubicación, tipo y prioridad (importancia).
- 6.4.3 Identificación del equipo.** Es esencial desarrollar un sistema mediante el cual se identifique de manera única a cada pieza del equipo. Se deberá establecer un sistema de códigos que ayude en este proceso de identificación. El código deberá indicar la ubicación, tipo y número de máquina; este sistema de códigos deberá diferir de planta a planta y su diseño reflejará la naturaleza de la instalación.

6.4.4 Registro de instalaciones. El registro de las instalaciones es un archivo (electrónico o en papel) que contiene los detalles técnicos acerca de los equipos incluidos en el plan de mantenimiento. Estos datos son los primeros que deben alimentarse al sistema de información de mantenimiento. El registro del equipo (partida) debe incluir el número de identificación, ubicación, tipo de equipo, fabricante, fecha de fabricación, número de serie, especificaciones, tamaño, capacidad, velocidad, peso, energía de servicio, detalles de conexión, detalles de cimentación, dimensiones generales, tolerancias, número de plano de referencia, número de referencia para los manuales de servicio, intercambiabilidad con otras unidades, etc.

6.4.5 Programa específico de mantenimiento. Debe elaborarse un programa específico de mantenimiento para cada pieza de equipo dentro del programa general. El programa es una lista completa de las tareas de mantenimiento que se van a realizar en el equipo; este incluye el nombre y número de identificación del equipo, su ubicación, número de referencia del programa, lista detallada de las tareas que se llevarán a cabo (inspecciones, mantenimiento preventivo, reemplazos), frecuencia de cada tarea, tipo de técnicos requeridos para realizar la tarea, tiempo para cada tarea, herramientas especiales que se necesitan, materiales necesarios y detalles acerca de cualquier arreglo de mantenimiento por contrato.

6.4.6 Especificación del trabajo. La especificación del trabajo es un documento que describe el procedimiento para cada tarea. Su intención es proporcionar los detalles de cada tarea en el programa de mantenimiento. La especificación del trabajo deberá indicar el número de identificación de la pieza (equipo), ubicación de la misma, referencia del programa de mantenimiento, número de referencia de especificación del trabajo, frecuencia del trabajo, tipo de técnicos requeridos para el trabajo, detalles de la tarea, componentes que se van a reemplazar, herramientas y equipos especiales necesarios, planos de referencia, y manuales y procedimientos de seguridad a seguir.

6.4.7 Programa de mantenimiento. El programa de mantenimiento es una lista donde se asignan las tareas de mantenimiento a períodos de tiempo específicos. Cuando se ejecuta el programa de mantenimiento, debe realizarse una coordinación intensificada a fin de balancear la carga de trabajo y cumplir con los requerimientos de producción. Esta es la etapa en donde se programa el mantenimiento planeado para su ejecución.

6.4.8 Control del programa. El programa de mantenimiento debe ejecutarse según se ha planeado. Es esencial una vigilancia estrecha para observar cualquier desviación con respecto al programa; si se observan desviaciones, es necesaria una acción de control⁴.

⁴ ÍDEM, P.87

6.4.9 Indicadores de mantenimiento. Para conocer la marcha del departamento de mantenimiento y decidir si se debe realizar cambios o determinar aspectos del mantenimiento; se definen parámetros que permitan evaluar los resultados que se obtienen en el área de mantenimiento. A partir de una serie de datos, el sistema de procesamiento debe devolver una información, una serie de indicadores en los que basa la toma de decisiones sobre la evolución del mantenimiento.

La definición de los indicadores se debe hacer con cuidado, se corre el riesgo de utilizar una serie de números en la toma de datos, en el procesamiento y en la obtención a cambio otros datos que no aporten información significativa. Lo anterior se soporta en situarse en un caso en el que se tenga que elegir la disponibilidad de equipos como un indicador y se listen todas las paradas de cada uno de los equipos de la planta, la fecha y hora en que han ocurrido y su duración; la lista resultante serán datos que en su forma de presentación no sirven para tomar decisiones.

Al momento del procesamiento de esta lista, se suman los tiempos de parada de cada equipo y se calcula el tiempo que han estado en disposición de producir, se obtiene una lista con la disponibilidad de cada equipo. En una planta industrial con una aproximación a 500 equipos, la lista tendrá nuevos datos; no es información, en el mejor de los casos contendrá alguna porción de información mezclada con una amplia cantidad de datos.

Si en la lista se agrupan los equipos por líneas, áreas, zonas, etc., y se procesan los datos de manera que se obtenga la disponibilidad de una de las líneas, áreas o zonas en su conjunto; el nuevo listado ahora sí contendrá información. Esta información permite por medio de un análisis relativamente rápido, tomar decisiones acertadas sobre las actuaciones que se deben realizar para mejorar los resultados.

A continuación, se describen los indicadores más usuales que se emplean en un departamento de mantenimiento; se hace la adenda que no todos los indicadores son necesarios, <<sólo se eligen los indicadores que aporten información útil, para evitar convertirlos en una larga lista de datos>>. Además, es una constante que en la mayoría de los casos, los indicadores se tienen que adaptar a cada planta concreta, se efectúan leves modificaciones que hagan que los indicadores seleccionados estén adecuadamente adaptados a las necesidades concretas de información de una planta.

Al disponer de un sistema GMAO (Gestión de mantenimiento asistido por ordenador), el cálculo de estos indicadores suele ser más rápido. Se debe tener la precaución de automatizar su cálculo, en el que se genere un informe que los contenga todos. Una ventaja adicional está dada, en que una vez automatizado, podemos generar informes con la periodicidad que queramos, con un esfuerzo mínimo.

En caso de que el Sistema de Información sea el soporte papel, para el cálculo de estos indicadores es conveniente desarrollar pequeñas aplicaciones (una hoja de cálculo) para obtener estos índices. En este caso hay que seleccionar cuidadosamente los indicadores, dado que es más costoso calcularlos y la frecuencia con los que se obtiene debe ser menor.

Es significativo tener presente que a la par que se conoce el valor de un indicador o índice, saber su evolución. En el documento en el que se expone los valores obtenidos en cada uno de los índices que se elijan, se debería reflejar su evolución, en el que se exhiba junto al valor actual los valores de periodos anteriores (meses o años anteriores) para conocer si la situación mejora o tiene dificultades. Es importante fijar un objetivo para cada uno de estos índices, de manera que la

persona que lea el documento donde se exponen los valores alcanzados en el periodo que se analiza, comprenda fácilmente si el resultado obtenido es bueno o malo. En síntesis, junto al valor del índice deberían figurar dos informaciones más: a) Valor de índice en periodos anteriores; b) Objetivo marcado.

6.4.9.1 Indicadores de Disponibilidad:

- Disponibilidad total

Es sin duda el indicador con mayor significatividad en mantenimiento, dada sus posibilidades de manipulación. Si se calcula correctamente, es muy sencillo: es el cociente de dividir el número de horas que un equipo ha estado disponible para producir y el número de horas totales de un periodo:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas Totales} - \text{Horas parada por mantenimiento}}{\text{Horas Totales}}$$

En plantas que estén dispuestas por líneas de producción en las que la parada de una máquina supone la paralización de toda la línea, se hace significativo calcular la disponibilidad de cada una de las líneas, y después calcular la media aritmética. En plantas en las que los equipos no estén dispuestos por líneas, es valioso definir una serie de equipos significativos, pues es una certeza que calcular la disponibilidad de absolutamente todos los equipos es dispendioso, laborioso y no aporta información contundente. Del total de equipos de la planta, se debe seleccionar aquellos que tengan alguna entidad o importancia dentro del sistema productivo. Una vez obtenida la disponibilidad de cada uno de los equipos significativos, se debe calcular la media aritmética, para obtener la disponibilidad total de la planta.

$$\text{Disponibilidad total} = \frac{\sum \text{Disponibilidad de equipos significativos}}{\text{N}^\circ \text{ de equipos significativos}}$$

Disponibilidad por averías

- Intervenciones no programadas:

$$\text{Disponibilidad por avería} = \frac{\text{Horas totales} - \text{Horas de parada por avería}}{\text{Horas totales}}$$

La disponibilidad por avería no tiene en cuenta las paradas programadas de los equipos. Igual que en el caso anterior, es conveniente calcular la media aritmética de la disponibilidad por avería, para poder ofrecer un dato único.

- MTBF (Mid Time Between Failure, tiempo medio entre fallos)

Nos permite conocer la frecuencia con que suceden las averías:

$$\text{MTBF} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de Horas totales del periodo de tiempo analizado}}{\text{N}^\circ \text{ de averías}}$$

- MTTR (Mid Time To Repair, tiempo medio de reparación)

Nos permite conocer la importancia de las averías que se producen en un equipo considerando el tiempo medio hasta su solución:

$$\text{MTTR} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de horas de paro por avería}}{\text{N}^\circ \text{ de averías}}$$

Por simple cálculo matemático es sencillo deducir que:

$$\text{Disponibilidad por avería} = \frac{MTBF - MTTR}{MTBF}$$

6.4.9.2 Indicadores de gestión de órdenes de trabajo (O.T)

- Número de órdenes de trabajos generadas en un periodo determinado

Es discutible si el número de órdenes de trabajo es un indicador fiable sobre la carga de trabajo en un periodo, dado que cien órdenes de trabajo de una hora pueden agruparse en una sola orden de trabajo con un concepto más amplio. No obstante, dada la sencillez con que se obtiene este dato, suele ser un indicador muy usado. La información que facilita este indicador es más representativa cuanto mayor sea la cantidad media de O.T que genera la planta. Así, es fácil que en una planta que genera menos de 100 O.T. de mantenimiento mensuales la validez de este indicador sea menor que una planta que genera 1000 órdenes de trabajo. Es posible estimar el rendimiento de la plantilla a partir del número de estas órdenes.

- Número de órdenes de trabajo generadas por sectores o zonas: Igual que en el caso anterior, solo la sencillez de su cálculo justifica emplear este indicador.
- Número de órdenes de trabajo acabadas

Es útil conocer cuál es el número de órdenes de trabajo acabadas, sobre todo en relación al número de órdenes generadas. Es relevante seguir la evolución en el tiempo de este indicador.

- Número de órdenes de trabajo pendientes

Este indicador genera la idea de la eficacia en la resolución de problemas. Es un indicador imprescindible, junto con los indicadores de disponibilidad, los de coste o el de emergencias. Es conveniente distinguir entre las O.T que están pendientes por causas ajenas a mantenimiento (pendientes por la recepción de un repuesto, pendientes porque producción no da su autorización para intervenir en el equipo, etc.) de las debidas a la acumulación de tareas o a la mala organización de mantenimiento. Por ello, es conveniente dividir este indicador en otros tres: a) Pendientes de repuesto; b) Pendientes de parada de un equipo; c) Pendientes por otras causas.

- Número de órdenes de trabajo de emergencia (prioridad máxima)

Una referencia muy importante del estado de la planta es el número de O.T de emergencia que se han generado en un periodo determinado. Si ha habido pocas o ninguna, tendremos la seguridad de que el estado de la planta es fiable. Si, por el contrario, las órdenes de prioridad máxima que se generan son muchas, se puede inferir que el estado de la planta no es adecuado. Es importante observar la evolución de este indicador respecto a periodos anteriores.

- Horas estimadas de trabajo pendiente

Es la suma de las horas estimadas en cada uno de los trabajos pendientes de realización. Es un parámetro significativo que el número de órdenes pendientes; esto permite conocer la carga de trabajo estimada por realizar.

6.4.9.3 Índice de cumplimiento de la planificación. Aunque es necesario el empleo de este indicador; en la realidad de las plantas, no hay una predominancia a su implementación. Es la proporción de órdenes que se acabaron en la fecha programada o con anterioridad, sobre el total de órdenes totales. Mide el grado de acierto de la planificación.

- Desviación media del tiempo planificado

Es el cociente de dividir la suma de horas de desviación sobre el tiempo planificado entre el número total de órdenes de trabajo. Se presentan dos versiones:

- a) Desviación media sobre el momento de finalización. Cociente de dividir la suma del número de horas en que se ha rebasado cada una de las órdenes sobre el momento estimado de finalización:

$$\text{Retraso medio} = \frac{\sum \text{Retrasos de cada Orden de Trabajo}}{N^{\circ} \text{ de Órdenes de Trabajo}}$$

- b) Desviación media de las horas/hombre empleadas en un O.T. sobre las horas/hombre previstas:

$$\text{Desviación media} = \frac{\sum \text{Incremento de horas/hombre en todas las Órdenes de Trabajo}}{N^{\circ} \text{ de Órdenes de Trabajo}}$$

- Tiempo medio de resolución de una O.T.

Es el cociente de dividir el número de O.T. resueltas entre el número de horas que se han dedicado a mantenimiento:

$$\text{Tiempo medio} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de O.T. resueltas}}{\text{N}^\circ \text{ de horas dedicadas a mantenimiento}}$$

6.4.9.4 Índices de coste. Los costes no parecen en principio un indicador habitual para mantenimiento; nada está más alejado de esa realidad. El coste, junto con la disponibilidad, son los dos parámetros que el responsable de mantenimiento maneja constantemente; la información que le aportan es determinante en su gestión.

La cantidad de índices que hacen referencia a los costes del departamento de mantenimiento es inmensa. A continuación, se exponen algunos índices que resultan prácticos.

- Coste de la Mano de Obra por secciones

Si la empresa se divide en zonas o secciones, es conveniente desglosar este coste para cada una de las zonas o secciones. Si éstas tienen personal de mantenimiento permanente, el coste será el del personal adscrito a cada una de ellas. Si se trata de un departamento central, el coste por secciones se calculará a partir de las horas empleadas en cada una de las intervenciones.

- Proporción de coste de la Mano de Obra de Mantenimiento

Es el cociente de dividir el número total de horas empleadas en mantenimiento entre el coste total de la mano de obra:

$$\text{Coste de hora medio} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de horas de mantenimiento}}{\text{Coste total de la mano de obra de mantenimiento}}$$

- Coste de materiales

Se pueden hacer tantas subdivisiones como se crea conveniente: por secciones, por tipo (eléctrico, mecánico, consumibles, repuestos genéricos, repuestos específicos, etc.).

- Coste de subcontratos

Se pueden hacer las subdivisiones que se consideren oportunas. Algunas subdivisiones comunes suelen ser: a) Subcontratos a fabricantes y especialistas; b) Subcontratos de inspecciones de carácter legal; c) Subcontratos a empresas de mantenimiento genéricas.

6.4.9.5 Índice de mantenimiento programado. Es la suma de todos los medios auxiliares que ha sido necesario alquilar o contratar: Grúas, carretillas elevadoras, alquiler de herramientas especiales, etc. Con todos los índices referentes a costes puede prepararse una tabla de costes, como la que se muestra en la figura adjunta; en ella pueden visualizarse con rapidez todos gastos de mantenimiento de la planta, divididos en conceptos y en secciones. El presentar los costes de esta manera, facilita la lectura y la toma de decisiones.

EJEMPLO DE TABLA DE COSTES

AÑO XXXX

SECCIONES	Mano de obra	Nº Horas	Materiales	Subcontratos	Medios Aux.	TOTALES
A						
B						
C						
D						
TOTALES						

Índices de proporción de tipo de mantenimiento

- Índice de mantenimiento programado

Porcentaje de horas invertidas en realización de mantenimiento programado sobre horas totales.

$$IMP = \frac{\text{Horas dedicadas a mantenimiento programado}}{\text{Horas totales dedicadas a mantenimiento}}$$

- Índice de correctivo

Porcentaje de horas invertidas en realización de mantenimiento correctivo sobre horas totales.

$$IMC = \frac{\text{Horas dedicadas a mantenimiento correctivo}}{\text{Horas totales dedicadas a mantenimiento}}$$

Una variante de este indicador es el cálculo del IMC sobre número de órdenes de trabajo correctivas sobre el número total de órdenes de trabajo. Es más sencillo, aunque la información que proporciona es de menor calidad y se facilita para ser manipulable. Una y otra forma de cálculo es perfectamente válida para ver la situación en un momento determinado y para estudiar la evolución de este parámetro.

El IMC es un indicador útil cuando se implementa un plan de mantenimiento preventivo en una planta; también es práctico cuando se implementan cambios en el departamento. También es práctico cuando se trata de evaluar el trabajo de un contratista de mantenimiento en contratos de amplio alcance en los que la gestión del mantenimiento recae en el contratista (los buenos contratistas tienen un IMC muy bajo).

6.4.9.6 Índice de emergencias. Porcentaje de horas invertidas en realización de O.T. de prioridad máxima:

$$IME = \frac{\text{Horas O.T. prioridad máxima}}{\text{Horas totales de mantenimiento}}$$

La importancia del indicador, radica en la consideración que cuanto mayor sea el número de órdenes de trabajo de emergencia, peor es la gestión que se hace del mantenimiento. El caso crítico es el de plantas que no han implementado planes de mantenimiento preventivo, en el que el mantenimiento se basa en << crisis >> (el

mantenimiento recibe la denominación mantenimiento de crisis). En ellas el índice es el 100%; es recurrente que se tenga la existencia de plantas en las que este índice alcanza su valor máximo. Una variante de menor complejidad de este índice, es realizar el cálculo sobre el número de OT de prioridad máxima sobre el número de OT total. Aunque es menos compleja la implementación y su cálculo, evidentemente la información que aporta es menos concluyente.

6.4.9.7 Índices de Gestión de Almacenes y Compras. Los resultados de mantenimiento se ven ampliamente afectados por la eficacia de los procesos de compra o de almacén. Estas dos áreas pueden estar dentro de las responsabilidades de mantenimiento o pueden estar gestionadas por otros departamentos. En cualquier caso, es conveniente conocer si el funcionamiento de estas áreas que afectan a los resultados es la adecuada, y la manera correcta es por medio de la definición de indicadores sencillos que permitan conocer si se gestionan con eficacia.

- Consumo de materiales

Miden el consumo de repuestos y consumibles en actividades propias de mantenimiento en relación con el consumo total de materiales. Este dato puede ser importante cuando la planta tiene consumo de materiales del almacén de repuestos adicionales a la actividad de mantenimiento (mejoras, nuevas instalaciones, etc.). Es un índice poco empleado; es útil cuando se trata de optimizar el coste de materiales y se desea identificar claramente las partidas referentes a mantenimiento, a modificaciones y a nuevas instalaciones.

$$\% \text{ Consumo materiales en mantenimiento} = \frac{\text{Valor de materiales consumidos para mantenimiento}}{\text{Valor total del material consumido}}$$

- Rotación del Almacén

Es el cociente de dividir el valor de los repuestos consumidos totales y el valor del material que se mantiene en stock (valor del inventario de repuestos).

$$\text{Rotación} = \frac{\text{Valor repuesto consumido}}{\text{Valor del stock de repuesto}}$$

Hay una variación significativa de este índice, cuando se pretende determinar si el stock de repuestos y consumibles está bien elegido. Si es así, la mayor parte del material que consume el mantenimiento lo toma del almacén, y solo una pequeña parte de lo comprado es de uso inmediato. Para determinar el índice se divide en dos:

$$\text{Origen de materiales} = \frac{\text{Valor del material consumido del almacén}}{\text{Valor total del material consumido}}$$

$$\text{Rotación de almacén} = \frac{\text{Valor de materiales consumidos del almacén}}{\text{Valor del almacén}}$$

Otra forma de conocer si el almacén de mantenimiento está adecuadamente dimensionado es mediante la determinación de la proporción de piezas con movimientos de entradas y salidas. Una utilidad de este índice es determinar qué porcentaje de piezas tienen escaso movimiento, para tratar de eliminarlas, desclasificarlas, destruirlas, venderlas, etc.:

$$\text{Porcentaje de piezas con movimiento} = \frac{\text{Piezas que han tenido movimientos en un periodo fijado}}{\text{Nº de piezas totales}}$$

- Eficiencia en la cumplimentación de pedidos

Proporción entre las peticiones de materiales a compras no atendidas con una antigüedad superior a 3 meses y el total de pedidos cursados a compras.

$$\text{Eficiencia de compras} = 100 - \frac{\text{Peticiones de materiales no atendidas en un plazo determinado}}{\text{Nº de pedidos cursados}} \cdot 100$$

- Tiempo medio de recepción de pedidos

Es la media de demora desde que se efectúa un pedido hasta que se recibe. Este índice se puede calcular por muestreo (tomar al azar un número determinado de pedidos cursados y realizar la media aritmética del tiempo transcurrido desde su petición hasta su recepción en cada uno de ellos) o a partir del total de pedidos realizados.

$$\text{Tiempo medio de demora} = \frac{\sum \text{demora de cada pedido}}{\text{Nº de pedidos total}}$$

6.4.9.8 Índices de seguridad y medio ambiente

Índice de frecuencia de accidentes

$$If = \frac{\text{Nº de accidentes con baja} \times 1.000.000}{\text{horas trabajadas}}$$

Indica la proporción entre el número de accidentes con baja y el total de horas trabajadas

6.4.9.9 Índice de jornadas perdidas. Proporción entre las horas pérdidas por bajas laborales y las horas trabajadas.

$$I_p = \frac{N^{\circ} \text{ de jornadas perdidas } \times 1.000}{\text{horas trabajadas}}$$

6.4.9.10 Índice de tiempo medio de permanencia de residuos en planta. Es el tiempo medio que transcurre desde que se genera un residuo hasta que lo retira de la planta un gestor de residuos autorizado.

Índice de frecuencia de incidentes ambientales

Es el cociente entre el número de incidentes ambientales graves y el número de horas trabajadas:

$$I_I = \frac{N^{\circ} \text{ Incidentes } _ \text{ ambientales } _ \text{ graves } \times 10^6}{\text{horastrabajadas}}$$

6.4.9.11 Índices de formación. Proporción de horas dedicadas a formación, Porcentaje de horas anuales dedicadas a formación, sobre el número de horas de trabajo total.

$$\% \text{ Horas de formación} = \frac{\text{Horas dedicadas a formación}}{\text{Horas totales de mantenimiento}}$$

- Proporción de desarrollo del programa

Porcentaje de horas de formación realizadas, sobre el total de horas de formación programadas.

$$\% \text{ Desarrollo} = \frac{\textit{Horas de formación realizadas}}{\textit{Horas de formación programadas}}$$

7. MODELO DE MANTENIMIENTO PLANEADO

7.1 ADMINISTRACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

El contrato que se está ejecutando para Ecopetrol contempla unos requerimientos mínimos de personal administrativo y técnico que debe suministrar la empresa Proyectos y servicios Ltda. Este grupo de trabajo se involucrará de forma activa en la elaboración del plan de mantenimiento y su posterior implementación. A continuación, se realiza una breve descripción del personal que requiere el contrato.

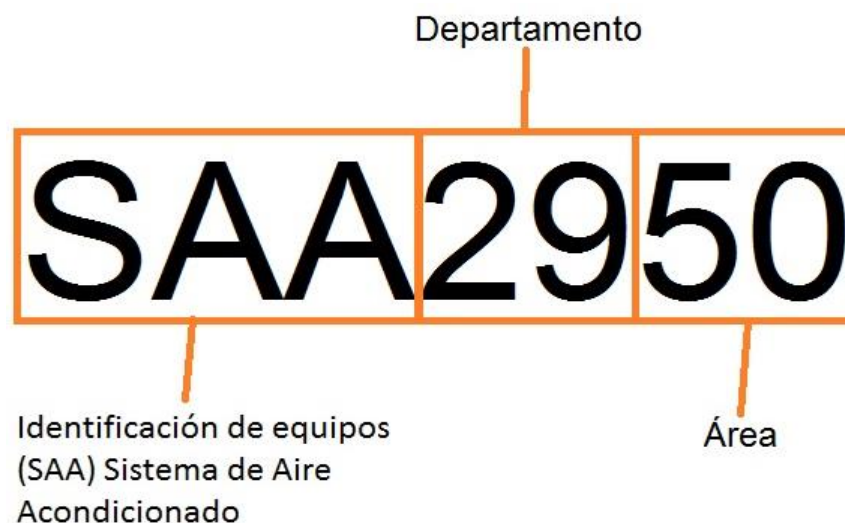
- Un Ingeniero residente que debe ser <<ingeniero mecánico con mínimo cuatro años de experiencia en instalación y mantenimientos de sistemas de aire acondicionado industrial>>.
- Un ingeniero electrónico que debe ser <<ingeniero electrónico con mínimo dos años de experiencia en instalación y mantenimiento de sistemas de aire acondicionado industriales>>.
- Dos supervisores deben ser << técnicos de refrigeración con al menos seis años de experiencia en instalación y mantenimiento de equipos de aire acondicionado industrial y tener CONTE>>.
- Cuatro parejas de trabajo: <<estas parejas están conformadas por un técnico de refrigeración con mínimo de dos años de experiencia en instalación y mantenimiento de equipos de aire acondicionado industrial y un ayudante con mínimo un año de experiencia en instalación y mantenimiento de equipos de aire acondicionado industrial>>.

7.2 INVENTARIO DE INSTALACIONES E IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS

El inventario de los sistemas de aire acondicionado que están en servicio en la refinería de Ecopetrol es una tarea que se está llevando a cabo desde el 2010,

debido al tamaño de las instalaciones de la refinería, la logística de acceso a los equipos y el recurso disponible que no se tenga presupuestado en el contrato para este tipo de tareas. Ecopetrol posee un sistema de identificación de equipos de aire acondicionado por medio de códigos que están integrados en la misma base de datos con los equipos de producción. Para generar automáticamente las órdenes de trabajo de los equipos, se tiene una sábana de programación pre establecido. A continuación, se muestra un ejemplo del sistema de codificación que utiliza Ecopetrol, este código lo genera el software de mantenimiento.

Figura 20. Codificación Ecopetrol.



Esta codificación ha presentado inconvenientes; dado que existen varios equipos que no poseen código o comparten el mismo código además no tiene en cuenta el tipo de sistema de aire acondicionado lo cual dificulta la programación de los trabajos y los recursos requeridos. Dado lo anterior, se decidió manejar un sistema de codificación interno de Proyectos y Servicios que permita individualizar cada equipo para tener un historial y hoja de vida y llevar un seguimiento con mayor detalle de los trabajos realizados en cada equipo, este código es alfanumérico de siete caracteres en donde los dos primeros identifican la empresa que utilizara el

código, los siguientes dos caracteres identifican el tipo de equipo y los últimos tres el número del equipo. A continuación, se muestra un ejemplo de la nueva codificación.

Figura 21. Codificación Proyectos y Servicios.



Ecopetrol no tiene hojas de vida de los equipos existentes ni historial de fallas y/o trabajos realizados, por lo cual se diseñó e implementó un formato para el levantamiento de la información más importante de cada equipo el PYS-FT-59 versión 2 <<hoja de vida de equipos de aire acondicionado>>. La utilización de este formato permitió el levantamiento de todos los equipos y los repuestos más comunes entre las distintas marcas y modelos de equipos instalados en la refinería en la tabla uno se encuentra el listado de los equipos instalados en la refinería y en la tabla dos el de los repuestos que más fallan.

Tabla 1. Inventario de equipos tipo paquete

TAG PYS	UBICACIÓN	TAG ECOPEPETROL	DEPARTAMENTO	TIPO DE REFRIGERANTE	MARCA	MODELO DEL EQUIPO	CAPACIDAD	VOLTAJE
PSEP001	TE - 850 / 890	SAA890	SERVICIOS INDUSTRIALES REFINERÍA	R-410A	YORK	NM060C00A4AAA1B	5 TR	220 V
PSEP002	UNIBOM - DEMEX, CCM EQ. 1	SAA2580A/SAA3022	REFINACIÓN	R-22	PARAMO	N/V	20 TR	460 V
PSEP003	UNIBOM - DEMEX, CCM EQ. 2	SAA2580B	REFINACIÓN	R-22	PARAMO	N/V	20 TR	460 V
PSEP004	CASA BOMBAS A	SAACBA	CRACKING I	R-22	YORK	N/V	3.5 TR	220 V
PSEP005	BALANCE EDIFICIO ADMINISTRATIVO	SAA3722	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	YORK	YPQAC040T-2H	40 TR	460 V
PSEP006	ET-223 EQ. 1	SAA850/890A	SERVICIOS INDUSTRIALES REFINERÍA	R-410A	CARRIER	50TC-D24A6B6A0A0	20 TR	460 V
PSEP007	ET-223 EQ. 2	SAA850/890B	SERVICIOS INDUSTRIALES REFINERÍA	R-410A	CARRIER	50TC-D24A6B6A0A0	20 TR	460 V
PSEP008	CONTROL CÁMARAS	SAACAMARAS	SERVICIOS GENERALES	R-22	YORK	PAC060H1033A	5 TR	220 V
PSEP009	ET-003	SAA003	SERVICIOS INDUSTRIALES REFINERÍA	R-22	YORK	YPQWC-015T-2H	15 TR	460 V
PSEP010	ET-208	SAAET208	CCP	R-22	LG	LK-C300DC00	20 TR	460 V
PSEP011	PUERTA PRINCIPAL, CORRESPONDENCIA	SAA3780	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	YORK	DM090C00A2AAA4A	7.5 TR	220 V
PSEP012	ATP	SAA3705D	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	YORK	D2CE300A46A	20 TR	460 V
PSEP013	ET-004 EQ. 1	SAA004A	CCP	R-22	YORK	YPQWC-045T-2H	40 TR	460 V

PSEP014	ET-004 EQ. 2	SAA004B	CCP	R-22	YORK	YPQWC-045T-2H	40 TR	460 V
PSEP015	ET-004 EQ. 3	SAA004C	CCP	R-22	YORK	YPQWC-045T-2H	40 TR	460 V
PSEP016	ETILENO II, CUARTO DE CONTROL EQ. 1	SAA4101	CRACKING I	R-410A	CARRIER	50BVC034-EB60	30 TR	460 V
PSEP017	CASA BOMBAS 2, GASÓLEO	SAAET216	MATERIAS PRIMAS	R-22	YORK	DM060C00A4AAA1A	5 TR	460 V
PSEP018	ORTHOFLOW, CCM EQ. 1	SAA511A	CRACKING III	R-22	YORK	DM090C00A2AAA4A	7.5 TR	460 V
PSEP019	ORTHOFLOW, CCM EQ. 2	SAA511B	CRACKING III	R-22	YORK	DM090C00A2AAA3C	7.5 TR	460 V
PSEP020	U-250 CUARTO DE BREAKERS EQ. 1	SAA251A	REFINACIÓN	R-407C	YORK	N/V	20 TR	460 V
PSEP021	U-250 CUARTO DE BREAKERS EQ. 2	SAA251B	REFINACIÓN	R-407C	YORK	N/V	20 TR	460 V
PSEP022	CENTRAL DEL NORTE - CALDERAS VESTIER	SAA2400E	SERVICIOS INDUSTRIALES REFINERÍA	R-22	CARRIER	50TFF008-611	7.5 TR	460 V
PSEP023	FOSTER PLANTA ELÉCTRICA EQ. 1	SAA901A	SERVICIOS INDUSTRIALES REFINERÍA	R-22	N/V	N/V	5 TR	460 V
PSEP024	FOSTER PLANTA ELÉCTRICA EQ. 2	SAA901B	SERVICIOS INDUSTRIALES REFINERÍA	R-22	N/V	N/V	5 TR	460 V
PSEP025	U-200 EQ. 1	SAA150	REFINACIÓN	R-410A	CARRIER	50BVC034-EB60	30 TR	460 V
PSEP026	U-200 EQ. 2	SAA150B	REFINACIÓN	R-407C	YORK	N/V	30 TR	460 V
PSEP027	BALANCE PLANTA ELÉCTRICA CTO DE CONTROL EQ 1	SAA2950A	SERVICIOS INDUSTRIALES BALANCE	R-407C	YORK	YPQAC050T-3H	50 TR	460 V
PSEP028	BALANCE PLANTA ELÉCTRICA CTO DE CONTROL EQ 2	SAA2950B	SERVICIOS INDUSTRIALES BALANCE	R-407C	YORK	YPQAC050T-3H	50 TR	460 V
PSEP029	GRUPO I, MANTENIMIENTO	SAA3755	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	PARAMO	N/V	15 TR	460 V
PSEP030	CUARTO DE BREAKERS TE-801, ET-082,	SAA801	CRACKING III	R-22	YORK	DM090C00A2AAA3C	7.5 TR	220 V
PSEP031	SHELTER DE PLANTA DE ÁCIDO	SAA470	CRACKING III	R-410A	CARRIER	50TC-A04A1C6A0A0	2.5 TR	460 V

PSEP032	CALDERAS NUEVAS, 951-952	SAA950A / SAA951	SERVICIOS INDUSTRIALES REFINERÍA	R-410A	YORK	NM060C00A2AAA1B	5 TR	220 V
PSEP033	U-800, CUARTO BREAKERS	SAA800A	REFINACIÓN	R-410A	YORK	ZJ120C	5 TR	220 V
PSEP034	PARAFINAS, TRACING	SAA1200C	PETROQUÍMICA II	R-22	YORK	DM090C00A2AAA4A	10.0 TR	460 V
PSEP035	TALLER ELÉCTRICO, VESTIER LG	SAA3735	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	LG	LK-C300DCD0	25 TR	460 V
PSEP036	POLIETILENO, POLI 1, CUARTO BREAKERS	SAA2232	PETROQUÍMICA	R-22	YORK	EM168-4VTC	12 TR	460 V
PSEP037	PUERTA NORTE, RECEPCIÓN	SAA3781	SERVICIOS GENERALES	R-22	YORK	DM120C00A2AAA3D	10 TR	220 V
PSEP038	FOSTER PLANTA ELÉCTRICA, LABORATORIO Y VESTIER	SAA900A	SERVICIOS INDUSTRIALES REFINERÍA	R-22	YORK	PAC055H1022A	5 TR	220 V
PSEP039	CASA BOMBAS 1	SAACB1	MATERIAS PRIMAS	R-22	YORK	DM090C00A2AAA3C	7.5 TR	220 V
PSEP040	AROMÁTICOS - CUARTO DE CONTROL EQ. 2	SAAAROMCCB	PETROQUÍMICA	R-410A	CARRIER	50BVC024-NC60B	20 TR	460 V
PSEP041	AROMÁTICOS CCM EQ 1	SAAAROM	PETROQUÍMICA	R-410A	CARRIER	50BVC024-NC60B	20 TR	460 V
PSEP042	ALQUILACIÓN, U-4500, CCM EQ. 1	SAA4500A	CRACKING II	R-22	CARRIER	50BRA4444-6510	40 TR	460 V
PSEP043	ALQUILACIÓN, U-4500, CCM EQ. 2	SAA4500B	CRACKING II	R-22	CARRIER	50BRA4444-6510	40 TR	460 V
PSEP044	PARAFINAS, CUARTO SATÉLITE SUR	SAA1200D	PETROQUÍMICA II	R-410A	YORK	ZF150C00N4AZZ50008	12.5 TR	460 V
PSEP045	BLOQUE 2 OFICINA DE PROYECTOS	SAA3729A	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	YORK	YPQAC050T-3H	50 TR	460 V
PSEP046	BLOQUE 3 OFICINA DE PROYECTOS	SAA3729B	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	YORK	YPQAC050T-3H	50 TR	460 V
PSEP047	CASA DE GERENCIA EQ. 1	SAA3725	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	YORK	DM090C00A2AAA3C	7.5 TR	220 V
PSEP048	CASA DE GERENCIA EQ. 2	SAA3726	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	YORK	DM090C00A2AAA3C	7.5 TR	220 V
PSEP049	CAFETERÍA SATÉLITE EQ. 1	SAA3713A	SERVICIOS GENERALES	R-410A	LENNOX	KCA300S4BN16	25 TR	460 V
PSEP050	CAFETERÍA SATÉLITE EQ. 2	SAA3713B	SERVICIOS GENERALES	R-410A	LENNOX	KCA300S4BN16	25 TR	460 V

PSEP051	CAFETERÍA SATÉLITE EQ. 3	SAA3713C	SERVICIOS GENERALES	R-410A	LENNOX	KCA240S4BN1G	20 TR	460 V
PSEP052	PUERTA 25 DE AGOSTO RECEPCIÓN	SAA3786	SERVICIOS GENERALES	R-22	YORK	DM072C00A2AAA2B	6 TR	220 V
PSEP053	SEPARADOR 3090	SAA3090	MATERIAS PRIMAS	R-410A	YORK	NM060C00A4AAA1B	5 TR	220 V
PSEP054	PUERTA NORTE, SUPERVISORES	SAA3781	SERVICIOS GENERALES	R-22	YORK	PAC060H1033A	5 TR	220 V
PSEP055	SUBESTACIÓN 6 BALANCE	SAA2945	SERVICIOS INDUSTRIALES BALANCE	R-22	CLIMATEC	DAC-180-H23	15 TR	460 V
PSEP056	SHELTER DE DIESEL HDT	SAA4701	SERVICIOS INDUSTRIALES REFINERÍA	R-134A	ATC	CDA203YM00	5 TR	460 V
PSEP057	SHELTER DE GASOLINA HDT	SAA4751	SERVICIOS INDUSTRIALES REFINERÍA	R-134A	ATC	CDA123YM00	5 TR	460 V
PSEP058	PATIO DE INTERCAMBIADORES	SAA07501	SERVICIOS INDUSTRIALES BALANCE	R-410A	YORK	ZF150C00A4ATA5A	12.5 TR	460 V
PSEP059	CAFETERÍA BALANCE EQ. 1	SAA3712	SERVICIOS GENERALES	R-410A	TRANE	TCH180E400BA	15 TR	460 V
PSEP060	CAFETERÍA BALANCE EQ. 2	SAA3712	SERVICIOS GENERALES	R-410A	TRANE	TCH180E400BA	15 TR	460 V
PSEP061	CASA BOMBAS 1 CCM	SAA3749A	MATERIAS PRIMAS	R-410A	YORK	NM060C00A4AAA1B	5 TR	440 V
PSEP062	CRACKING UOP I, CUARTO DE CONTROL EQ. 1	SAA2790E	CRACKING I	R-410A	CARRIER	50TC-D24A6B6A0A0	20 TR	460 V
PSEP063	CRACKING UOP I, CUARTO DE CONTROL EQ. 2	SAA2790F	CRACKING I	R-410A	CARRIER	50TC-D24A6B6A0A0	20 TR	460 V
PSEP064	CRACKING UOP I, CUARTO DE BREAKERS EQ. 1	SAA2790G	CRACKING I	R-410A	CARRIER	50TC-D24A6B6A0A0	20 TR	460 V
PSEP065	CRACKING UOP I, CUARTO DE BREAKERS EQ. 2	SAA2790H	CRACKING I	R-410A	CARRIER	50TC-D24A6B6A0A0	20 TR	460 V
PSEP066	CUARTO DE CONTROL DEMEX-UNIBOM EQ. 1	SAA2500A	REFINACIÓN	R-410A	YORK	ZJ240C00A4AZZ10006B	20 TR	460 V

PSEP067	CUARTO DE CONTROL DEMEX-UNIBOM EQ. 2	SAA2500B	REFINACIÓN	R-410A	YORK	ZJ240C00A4AZZ10006B	20 TR	460 V
PSEP068	SHELTER No. 1 DE ORTHOFLOW PRECIPITADOR	SIN CÓDIGO	CRACKING III	R-410A	BEBCO	EXWAC20A220	2 TR	220 V
PSEP069	CASA BOMBAS SAN SILVESTRE	SAA2972	MATERIAS PRIMAS	R-22	YORK	DM120C00A2AAA3	10 TR	460 V
PSEP070	SHELTER DE GASOLINA CASA BOMBAS 9	SAA3950C	MATERIAS PRIMAS	R-22	BIRDWELL	BTB60X23C3-12-VB	5 TR	220 V
PSEP071	SHELTER DE COMBUSTÓLEO CASA BOMBAS 9	SAA3950D	MATERIAS PRIMAS	R-22	BIRDWELL	BTB36X23C3-06-UB	5 TR	220 V
PSEP072	SHELTER No. 2 DE ORTHOFLOW	SIN CÓDIGO	CRACKING III	R-410A	BEBCO	EXWAC20H220	2 TR	220 V
PSEP073	SHELTER UOP II	SIN CÓDIGO	CRACKING II	R-410A	BEBCO	W3041-BOZ	3 TR	220 V
PSEP074	SHELTER UOP I	SHELTER27001	CRACKING I	R-410A	BEBCO	EXWAC20H220	2 TR	220 V
PSEP075	ORTHOFLOW, PRECIPITADOR EQ. 1	SAA510E	CRACKING III	R-410A	YORK	ZF120C00A4AAA5A	10 TR	460 V
PSEP076	ORTHOFLOW, PRECIPITADOR EQ. 2	SAA510F	CRACKING III	R-410A	YORK	ZF120C00A4AAA5A	10 TR	460 V
PSEP077	ORTHOFLOW, CUARTO DE CONTROL EQ. 1	SAA500A	CRACKING III	R-410A	CARRIER	50BVC034-EB60	30 TR	460 V
PSEP078	ORTHOFLOW, CUARTO DE CONTROL EQ. 2	SAA500B	CRACKING III	R-410A	CARRIER	50BVC034-EB60	30 TR	460 V
PSEP079	SUBESTACIÓN COR	SAA5411	COR	R-410A	YORK	ZJ300C0A4TS1B	20 TR	460 V
PSEP080	CASA BOMBAS 7 (FRENTE A REDES)	SAA3300	MATERIAS PRIMAS	R-410A	YORK	ZF036C00N4AAA1A	3 TR	460 V
PSEP081	SHELTER NUEVA GLP	SAA31601	MATERIAS PRIMAS	R-410A	BEBCO	W3041-BOZ	3 TR	220 V

Tabla 2. Inventario de equipos split

TAG PYS	Ubicación	TAG ECOPETROL	DEPARTAMENTO	TIPO DE REFRIGERANTE	Marca	Modelo del equipo	Capacidad del equipo	Voltaje
---------	-----------	---------------	--------------	----------------------	-------	-------------------	----------------------	---------

PSES001	BALANCE GRUPO VIII, MANTENIMIENTO	SAA3760 / SAA3761	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	COLCLIMA	ECA09VV	10 TR	460 V
PSES002	BALANCE PLANTA DE AGUA, U- 2900	SAA2900 / SAA2940	SERVICIOS INDUSTRIALES BALANCE	R-22	CLIMATEC	MAV-150-DX	15 TR	220 V
PSES003	ET-006 EQ. 1	SAA006A	CCP	R-22	PARAMO	UMEC-09DX410	10 TR	220 V
PSES004	ET-006 EQ. 2	SAA006B	CCP	R-22	PARAMO	UMEC-09DX410	10.0 TR	220 V
PSES005	ET-218 EQ. 1	SAA4800A	REFINACIÓN	R-22	YORK	XTI-045X078-BAJA046	50 TR	460 V
PSES006	ET-218 EQ. 2	SAA4800A	REFINACIÓN	R-22	YORK	XTI-045X078-BAJA046	50 TR	460 V
PSES007	ANTIGUO GRUPO VII, MANTENIMIENTO - BALANCE, VESTIER	SAA3718	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	COLCLIMA	ECA09VV	10 TR	460 V
PSES008	ANTIGUO GRUPO VII, MANTENIMIENTO - BALANCE	SIN CODIGO	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	THERMOANDINA	N/V	20 TR	460 V
PSES009	CENTRAL DEL NORTE - CALDERAS, CUARTO BREAKERS EQ. A	SAA2400F	SERVICIOS INDUSTRIALES REFINERÍA	R-22	YORK	N/V	10 TR	460 V
PSES010	CENTRAL DEL NORTE - CALDERAS, CUARTO BREAKERS EQ. B	SAA2400G	SERVICIOS INDUSTRIALES REFINERÍA	R-22	YORK	N/V	10 TR	460 V
PSES011	CENTRAL DEL NORTE, UNIDAD 14	SAA2440	SERVICIOS INDUSTRIALES REFINERÍA	R-22	CLIMATEC	SVU-H04204804	4.0 TR	220 V
PSES012	CASA BOMBAS MIRAMAR	SAACASA805	MATERIAS PRIMAS	R-410A	YORK	ND120C00C6AAA2A	10 TR	460 V
PSES013	ET-005 EQ. 1	SAA05A	CCP	R-22	PARAMO	UMEC-13-DX-410	20 TR	220 V
PSES014	ET-005 EQ. 2	SAA05B	CCP	R-22	PARAMO	UMEC-13-DX-410	20 TR	220 V
PSES015	CASA BOMBAS 5 EQ. 1	SAACB5A	MATERIAS PRIMAS	R-22	CARRIER	40RM-012-B611GC	10 TR	460 V

PSES016	CASA BOMBAS 5 EQ. 2	SAACB5B	MATERIAS PRIMAS	R-22	THERMOANDINA	TAX012	10 TR	460 V
PSES017	CENTRAL DE CAMARAS	SAA3733A/SAACAMARAS	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	YORK	K1ES180A33A	15 TR	220 V
PSES018	CASA BOMBAS 8 ECA04	SAACB8	MATERIAS PRIMAS	R-22	COLCLIMA	ECA-04	5.0 TR	460 V
PSES019	CASA BOMBAS 8	SAACB8A	MATERIAS PRIMAS	R-22	COLCLIMA	ECA-012	15.0 TR	460 V
PSES020	ET-009 EQ.1	SAA009A	CCP	R-22	PARAMO	UMEC-09-DX410	10 TR	220 V
PSES021	ET-009 EQ.2	SAA009B	CCP	R-22	YORK	K2ES120A25A	10 TR	220 V
PSES022	CAFETERÍA BALANCE EQ. 3	SAA3712	SERVICIOS GENERALES	R-410A	TRANE	TWE180E300AA	15.0 TR	460 V
PSES023	CRACKING UOP II, CUARTO BREAKERS EQ. 1	SAA4202A	CRACKING II	R-22	CARRIER	39LF1354AB5042-5	40 TR	460 V
PSES024	CRACKING UOP II, CUARTO BREAKERS EQ. 2	SAA4202B	CRACKING II	R-22	CARRIER	39LF1354AB5042-5	40 TR	460 V
PSES025	GRUPO IV, MANTENIMIENTO EQ. 1	SAA3756	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	THERMOANDINA	N/V	15 TR	220 V
PSES026	FENOL	SAA700	PETROQUÍMICA II	R-410A	YORK	LB240C00A6AAA1A	15 TR	460 V
PSES027	CCP EQ. 1	SAA3747A	CCP	R-22	FACCINI	39ED26	30 TR	220 V
PSES028	CCP EQ. 2	SAA3747B	CCP	R-22	FACCINI	39ED26	30 TR	220 V
PSES029	GRUPO IV, MANTENIMIENTO VESTIER EQ. 2	SAA3757	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	THERMOANDINA	TAX-016-4600CFM	15 TR	220 V
PSES030	CENTRAL DEL NORTE - TURBOGENERADORES EQ. A	SAA2400A	SERVICIOS INDUSTRIALES REFINERÍA	R-22	COLCLIMA	ECA-14-HHSD	25.0 TR	460 V
PSES031	CENTRAL DEL NORTE - TURBOGENERADORES EQ. B	SAA2400B	SERVICIOS INDUSTRIALES REFINERÍA	R-22	COLCLIMA	ECA-14-HHSD	20.0 TR	460 V

PSES032	EQUIPO AUTOMOTOR	SAA3737	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	YORK	LB360C00A6AAA1A	30 TR	460 V
PSES033	GERENCIA DE PRODUCCIÓN	SAA3706	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	COLCLIMA	N/V	40 TR	460 V
PSES034	MECÁNICA DE CAMPO - AUDITORIO	SAA3732A	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	YORK	H1RA060S25A	5.0 TR	220 V
PSES035	ETILENO II, CUARTO DE CONTROL EQ. 2	SAA4198	CRACKING I	R-407C	YORK	L2FU-360	30 TR	460 V
PSES036	ETILENO II, CUARTO BREAKERS EQ. 1	SAA4199A	CRACKING I	R-22	THERMOANDINA	TCA180H2	15 TR	460 V
PSES037	ETILENO II, CUARTO BREAKERS EQ. 2	SAA4199B	CRACKING I	R-22	THERMOANDINA	TCA180H2	15 TR	460 V
PSES038	AROMÁTICOS - CUARTO DE CONTROL EQ. 1	SAAAROMCCA	PETROQUÍMICA	R-407C	YORK	N/V	20 TR	460 V
PSES039	VESTIER DE MECÁNICA	SAA3752A	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	YORK	K3EU180A33A	15.0 TR	220 V
PSES040	U-2000, CUARTO DE CONTROL EQUIPO No. 1	SAA2000G	REFINACIÓN	R-410A	YORK	ND120C00C6AAA2A	10 TR	460 V
PSES041	U-2000, CUARTO DE CONTROL EQUIPO No. 2	SAA2000H	REFINACIÓN	R-410A	YORK	ND120C00C6AAA2A	10 TR	460 V
PSES042	PREENFRIAMIENTO CUARTO DE CONTROL U-2000 EQ. 1	SAA2000E	REFINACIÓN	R-410A	YORK	N/A	10 TR	460 V
PSES043	PREENFRIAMIENTO CUARTO DE CONTROL U-2000 EQ. 1	SAA2000F	REFINACIÓN	R-410A	YORK	N/A	10 TR	460 V
PSES044	PREENFRIAMIENTO U-200 EQ. 1	SAA150	REFINACIÓN	R-410A	CARRIER	N/A	20.0 TR	460 V
PSES045	PREENFRIAMIENTO U-200 EQ. 2	SAA150A	REFINACIÓN	R-410A	CARRIER	N/A	20 TR	460 V
PSES046	CAFETERIA SATELITE	SAA3713D	SERVICIOS GENERALES	R-410A	LENNOX	TAA120S4DN1G	10 TR	460 V

PSES047	TURBOEXPANDER - CUARTO DE CONTROL EQ. A	SAA2481A	SERVICIOS INDUSTRIALES REFINERÍA	R-22	COLCLIMA	ECA-14HHSD	20.0 TR	460 V
PSES048	TURBOEXPANDER - CUARTO DE CONTROL EQ. B	SAA2481B	SERVICIOS INDUSTRIALES REFINERÍA	R-22	COLCLIMA	ECA-14HHSD	20.0 TR	460 V
PSES049	PREENFRIAMIENTO CUARTO DE CONTROL AROMÁTICOS EQ. 1	SIN CÓDIGO	PETROQUÍMICA	R-410A	CARRIER	N/A	20 TR	460 V
PSES050	PREENFRIAMIENTO CUARTO DE CONTROL AROMÁTICOS EQ. 2	SIN CÓDIGO	PETROQUÍMICA	R-410A	CARRIER	N/A	20 TR	460 V
PSES051	ET-007	SAA007	CCP	R-22	COLCLIMA	SVX180V	15 TR	460 V
PSES052	ET-008 EQ. 1	SAA008A	CCP	R-22	PARAMO	UMEC-09-DX410	10 TR	220 V
PSES053	ET-008 EQ. 2	SAA008B	CCP	R-22	PARAMO	UMEC-09-DX411	10 TR	220 V
PSES054	PARAFINAS, CUARTO DE CONTROL EQ. 1	SAA1120A	PETROQUÍMICA II	R-410A	YORK	ND240C00F6AAA2A	20 TR	460 V
PSES055	PARAFINAS, CUARTO DE CONTROL EQ. 2	SAA1120B	PETROQUÍMICA II	R-410A	YORK	ND240C00F6AAA2A	20 TR	460 V
PSES056	PREENFRIAMIENTO CUARTO DE CONTROL PARAFINAS EQ. 1	SAA1100A	PETROQUÍMICA II	R-410A	YORK	N/A	15 TR	460 V
PSES057	PREENFRIAMIENTO CUARTO DE CONTROL PARAFINAS EQ. 2	SAA1100B	PETROQUÍMICA II	R-410A	YORK	N/A	15 TR	460 V
PSES058	GRUPO I, MANTENIMIENTO	SAA3754	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	THERMOANDINA	TCA180H2	15.0 TR	220 V
PSES059	PENSIONADOS EQ.1 24 TR	SAA3730L	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	YORK	L2EU240	20 TR	460 V
PSES060	PENSIONADOS EQ.2 20TR	SAA3730M	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	PARAMO	UMAC-23-X-2VL	20 TR	460 V

PSES061	CRACKING MODELO IV EQ. 1	SAA311A	CRACKING III	R-22	YORK	K4EU090A33A	8 TR	460 V
PSES062	CRACKING MODELO IV EQ. 2	SAA311B	CRACKING III	R-22	N/V	N/V	8 TR	460 V
PSES063	U-830 EQ. 1 PRIMER PISO	SAA830A	SERVICIOS INDUSTRIALES REFINERÍA	R-22	YORK	KZEU090	8 TR	460 V
PSES064	U-830 EQ. 2 PRIMER PISO	SAA830A	SERVICIOS INDUSTRIALES REFINERÍA	R-22	YORK	KZEU090	8 TR	460 V
PSES065	U-830 EQ. 3 SEGUNDO PISO	SAA830B	SERVICIOS INDUSTRIALES REFINERÍA	R-22	YORK	KZEU090	8 TR	460 V
PSES066	U-830 EQ. 4 SEGUNDO PISO	SAA830B	SERVICIOS INDUSTRIALES REFINERÍA	R-22	YORK	KZEU090	8 TR	460 V
PSES067	U-850 EQ. 1	SAA850A	MATERIAS PRIMAS	R-22	YORK	ND120C00C6AAA2A	10 TR	460 V
PSES068	U-850 EQ. 2	SAA850B	MATERIAS PRIMAS	R-22	YORK	ND120C00C6AAA2A	10 TR	460 V
PSES069	VENTAS	SAA3772/SAA3749	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	YORK	K2ES180V/H	15 TR	220 V
PSES070	MATERIALES BODEGA, OFICINAS	SAA3706B	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	COLCLIMA	ECA-18	20 TR	220 V
PSES071	MATERIALES BODEGA, GALÁN FRÍO	SAA3706C	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	COLCLIMA	ECA-18	20 TR	220 V
PSES072	INSTRUMENTOS AUXILIAR, SALA DE REUNIONES	SAA3717B	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	CARRIER	N/V	3 TR	220 V
PSES073	DEPARTAMENTO ELÉCTRICO, INSTRUMENTOS	SAA3735	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	YORK	N/V	20 TR	460 V
PSES074	CASA BOMBAS 2, CCM	SAACB2SUBEST	MATERIAS PRIMAS	R-22	PARAMO	UMD120AVH2C313	10 TR	460 V

PSES075	CASA BOMBAS 2, CUARTO DE CONTROL EQ. 1	SAACB2	MATERIAS PRIMAS	R-22	PARAMO	N/V	15 TR	460 V
PSES076	CASA BOMBAS 2, CUARTO DE CONTROL EQ. 2	SAAACB2	MATERIAS PRIMAS	R-22	PARAMO	N/V	15 TR	460 V
PSES077	CASA BOMBAS 4, CCM	SAACB4	MATERIAS PRIMAS	R-22	PARAMO	UMD096AVH2C412	10 TR	460 V
PSES078	U-2100 EQ. 1	SAA2100A	REFINACIÓN	R-22	YORK	LB180COOA6AAA1A	15 TR	460 V
PSES079	MECÁNICA DE CAMPO	SAA3752	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	YORK	N/V	20 TR	220 V
PSES080	PREENFRIAMIENTO CUARTO DE CONTROL ETILENO II EQ. 1	SAA4101A	CRACKING I	R-410A	CARRIER	N/A	15 TR	460 V
PSES081	PREENFRIAMIENTO CUARTO DE CONTROL ETILENO II EQ. 2	SAA4101B	CRACKING I	R-410A	CARRIER	N/A	15 TR	460 V
PSES082	PARAFINAS, CTO BREAKERS EQ. 1	SAA1200A	PETROQUÍMICA II	R-22	THERMOANDINA	TAX-012	10 TR	460 V
PSES083	U-800	SAA800	REFINACIÓN	R-410A	YORK	AHP60D4JH21H	5 TR	220 V
PSES084	DEPARTAMENTO ELÉCTRICO (SUPERVISORES)	SAA3734	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	COLCLIMA	ECA-22V	40 TR	460 V
PSES085	POLIETILENO, LABORATORIO	SAA2275	PETROQUÍMICA	R-22	N/V	N/V	20 TR	460 V
PSES086	POLIETILENO, POLI 2, CTO BREAKERS	SAA2290	PETROQUÍMICA	R-22	YORK	N/V	15 TR	460 V
PSES087	POLIETILENO, POLI 2, CAVA 1, EQUIPO A (NORTE)	SAACF2261A	PETROQUÍMICA	R-22	PARAMO	BLP34104R404AHG	40 TR	460 V
PSES088	POLIETILENO, POLI 2, CAVA 1, EQUIPO B	SAACF2261B	PETROQUÍMICA	R-22	SIN MARCA	SIN MARCA	20 TR	460 V
PSES089	POLIETILENO, POLI 2, CAVA 2, EQUIPO A	SAACF2273	PETROQUÍMICA	R-22	SIN MARCA	SIN MARCA	14 TR	460 V

PSES090	POLIETILENO, POLI 2, CAVA 2, EQUIPO B	SAACF2274	PETROQUÍMICA	R-22	SIN MARCA	SIN MARCA	14 TR	460 V
PSES091	POLIETILENO, POLI 2, CAVA 3, EQUIPO A	SAACF2263A	PETROQUÍMICA	R-22	COLCLIMA	ECA 14VV	15 TR	460 V
PSES092	POLIETILENO, POLI 2, CAVA 3, EQUIPO B	SAACF2263B	PETROQUÍMICA	R-22	COLCLIMA	ECA 14VV	15 TR	460 V
PSES093	DPTO REFINACIÓN CRUDOS	SAA3750/SAA200	REFINACIÓN	R-22	CLIMATEC	MAV-150-DX	15 TR	460 V
PSES094	U-2000, CUARTO BREAKERS EQ. 1	SAA2000A	REFINACIÓN	R-22	PARAMO	UMEC-LSL-111	15 TR	460 V
PSES095	U-2000, CUARTO BREAKERS EQ. 2	SAA2000B	REFINACIÓN	R-22	PARAMO	UMEC-LSL-111	15 TR	460 V
PSES096	SELLOS Y GOBERNADORES	SAA3717	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	YORK	YAEA60FS-AET	5 TR	220 V
PSES097	CALDERAS DISTRAL 954/55/56, EQ. 1	SAA954A/SAA950B	SERVICIOS INDUSTRIALES REFINERÍA	R-22	YORK	K2ES120A25A	10 TR	460 V
PSES098	CALDERAS DISTRAL 954/55/56, EQ. 2	SAA954B	SERVICIOS INDUSTRIALES REFINERÍA	R-22	YORK	K2ES120A25A	10 TR	460 V
PSES099	PLANTA DE ÁCIDO EQ. 1	SAA470A	CRACKING III	R-22	YORK	Y1AH 090	10 TR	460 V
PSES100	CUARTO SATÉLITE DE ETILENO II EQ. 1	SAA4101	CRACKING I	R-410A	YORK	NC090C00B6AAA2A	8 TR	460 V
PSES101	CUARTO SATÉLITE DE ETILENO II EQ. 2	SAA4101	CRACKING I	R-410A	YORK	NC090C00B6AAA2A	8 TR	460 V
PSES102	PTAR CUARTO DE CONTROL EQ. 1	SAA4000E	AMBIENTAL	R-22	YORK	L2EU240	15 TR	460 V
PSES103	PTAR CUARTO DE CONTROL EQ. 2	SAA4000F	AMBIENTAL	R-22	YORK	L2EU240	15 TR	460 V
PSES104	PREENFRIAMIENTO CUARTO DE CONTROL PTAR	SAA4000A	AMBIENTAL	R-22	YORK	N/A	10 TR	460 V

PSES105	CASA BOMBAS 9 CCM EQ. 1	SAA3950B	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	PARAMO	FCD312EV12C612	20 TR	460 V
PSES106	CASA BOMBAS 9 CCM EQ. 2	SAA3950B	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	PARAMO	FCD312EV12C612	20 TR	460 V
PSES107	BLOQUE 1 EQUIPO DE 30 TR	SAA3721B	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	N/V	N/V	30 TR	460 V
PSES108	BLOQUE 4, COMPRAS Y CONTRATACIÓN EQ. DE 20 TR	SAA3708	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	PARAMO	N/V	20 TR	460 V
PSES109	BLOQUE 4A, COMPRAS Y CONTRATACIÓN EQ. DE 15 TR	SAA3708B	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	PARAMO	UMAC-MCQUAY-AH-192-00	15 TR	220 V
PSES110	BLOQUE 5, JURÍDICA Y CAPACITACIÓN EQ. DE 15 TR	SAA3774	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	YORK	N/V	15 TR	460 V
PSES111	BLOQUE 5, JURÍDICA Y CAPACITACIÓN EQ. DE 10 TR	SAA3773	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	YORK	N/V	10 TR	460 V
PSES112	BLOQUE 6, OFICINAS 25 DE AGOSTO EQ. 10 TR	SAA3775	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	TECAM	4FCX122-VDV	10 TR	460 V
PSES113	BLOQUE 6, ABASTECIMIENTO DE BIENES Y SERVICIOS EQ. DE 40 TR	SAA3775B	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	COLCLIMA	N/V	40 TR	460 V
PSES114	BLOQUE 7, OFICINAS 25 DE AGOSTO EQ. 1 40 TR	SAA3778	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	YORK	LB480C00A6AAA1A	40 TR	460 V
PSES115	BLOQUE 7, OFICINAS 25 DE AGOSTO EQ. 2 10 TR	SAA3778	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	YORK	K2ES120A25A	10 TR	460 V
PSES116	BLOQUE 8, OFICINAS 25 DE AGOSTO 50 TR	SAA3721A	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	YORK	N/V	50 TR	460 V
PSES117	BLOQUE 4A, VICEPRESIDENCIA DE RECURSO HUMANO EQ. DE 20 TR	SAA3711B	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	YORK	LB240C00A6AAA1A	20 TR	460 V
PSES118	BLOQUE 9, OFICINAS 25 DE AGOSTO HSE EQ. 1 15 TR	SAA3715	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-410A	YORK	ND180C0D6AAA2A	15 TR	460 V

PSES119	BLOQUE 9, OFICINAS 25 DE AGOSTO HSE EQ. 2 15 TR	SAA3719	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-410A	YORK	ND180C0D6AAA2A	15 TR	460 V
PSES120	CASA DE GERENCIA TÉCNICA	SIN CÓDIGO	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	PARAMO	N/V	10 TR	220 V
PSES121	CASA DE GERENCIA DE PRODUCCIÓN	SAA3727	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	PARAMO	N/V	10 TR	220 V
PSES122	CASA DE HUÉSPEDES	SAA3723	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	N/V	N/V	20 TR	220 V
PSES123	CASA DE HUÉSPEDES AUXILIAR	SAA3724	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	PARAMO	N/V	15 TR	220 V
PSES124	CASA BOMBAS C	SAACBC	CRACKING I	R-22	COLCLIMA	SVX180V	15 TR	460 V
PSES125	LABORATORIO ELÉCTRICO	SAA3711A	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	LG	TN-C060BSA0	5 TR	220 V
PSES126	ET-217 EQ. 1	SAA4700A	REFINACIÓN	R-407C	YORK	XTI-051X084-BAKA046A	80 TR	460 V
PSES127	ET-217 EQ. 2	SAA4700A	REFINACIÓN	R-407C	YORK	XTI-051X084-BAKA046A	80 TR	460 V
PSES128	GRUPO VI	SAA3767/SAA3758	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	YORK	L1EU240	20 TR	220 V
PSES130	GRUPO VII	SAA3759	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	YORK	K2ES180	15 TR	460 V
PSES131	ET-222 EQ. 1	SAA5500A	REFINACIÓN	R-410A	YORK	XTI-078X096-BANA046A	50 TR	460 V
PSES132	ET-222 EQ. 2	SAA5500A	REFINACIÓN	R-410A	YORK	XTI-078X096-BANA046A	50 TR	460 V
PSES133	CUARTO DE BREAKERS DE LA NUEVA GLP EQ 1	SAA3160A	MATERIAS PRIMAS	R-407C	CARRIER	39LD12GA-BZ-BFM	20 TR	460 V
PSES135	CUARTO DE BREAKERS DE LA NUEVA GLP EQ 2	SAA3160B	MATERIAS PRIMAS	R-407C	CARRIER	39LD12GA-BZ-BFM	20 TR	460 V

PSES136	PREENFRIAMIENTO CUARTO DE CONTROL POLIETILENO EQ. 1	SAA2200	PETROQUÍMICA	R-22	YORK	N/A	20 TR	460 V
PSES137	PREENFRIAMIENTO CUARTO DE CONTROL POLIETILENO EQ. 2	SAA2200	PETROQUÍMICA	R-22	YORK	N/A	20 TR	460 V
PSES138	PREENFRIAMIENTO CUARTO DE CONTROL DEMEX-UNIBOM EQ. 1	SIN CÓDIGO	REFINACIÓN	R-410A	YORK	N/A	20 TR	460 V
PSES139	PREENFRIAMIENTO CUARTO DE CONTROL DEMEX-UNIBOM EQ. 2	SIN CÓDIGO	REFINACIÓN	R-410A	YORK	N/A	20 TR	460 V
PSES140	PREENFRIAMIENTO CUARTO DE CONTROL UOP I EQ. 1	SAA2790E	CRACKING I	R-410A	CARRIER	N/A	10 TR	460 V
PSES141	PREENFRIAMIENTO CUARTO DE CONTROL UOP I EQ. 2	SAA2790F	CRACKING I	R-410A	CARRIER	N/A	10 TR	460 V
PSES142	PREENFRIAMIENTO CUARTO DE CONTROL ORTHOFLOW EQ. 1	SIN CÓDIGO	CRACKING III	R-410A	CARRIER	N/A	15 TR	460 V
PSES143	PREENFRIAMIENTO CUARTO DE CONTROL ORTHOFLOW EQ. 2	SIN CÓDIGO	CRACKING III	R-410A	CARRIER	N/A	15 TR	460 V
PSES144	PREENFRIAMIENTO PLANTA ELÉCTRICA BALANCE EQ. 1	SIN CÓDIGO	SERVICIOS INDUSTRIALES BALANCE	R-410A	CARRIER	N/A	15 TR	460 V
PSES145	PREENFRIAMIENTO PLANTA ELÉCTRICA BALANCE EQ. 2	SIN CÓDIGO	SERVICIOS INDUSTRIALES BALANCE	R-410A	CARRIER	N/A	15 TR	460 V
PSES146	PREENFRIAMIENTO CALDERAS FOSTER CUARTO DE COMPRESORES EQ. 1	SAA910A	SERVICIOS INDUSTRIALES REFINERÍA	R-410A	YORK	N/A	3 TR	460 V
PSES147	PREENFRIAMIENTO CALDERAS FOSTER CUARTO DE COMPRESORES EQ. 2	SAA910A	SERVICIOS INDUSTRIALES REFINERÍA	R-410A	YORK	N/A	3 TR	460 V

Tabla 3. Inventario de equipos de precisión

TAG PYS	Ubicación	TAG ECOPETROL	DEPARTAMENTO	TIPO DE REFRIGERANTE	Marca	Modelo del equipo	Capacidad del equipo	Voltaje
PSED001	TURBO GAS (SAA2960) ET-10 EQ.1	SAA010A	SERVICIOS INDUSTRIALES BALANCE	R-22	CARRIER	45CEA-020-466DS	20 TR	460 V
PSED002	TURBO GAS (SAA2960) ET-10 EQ.2	SAA010B	SERVICIOS INDUSTRIALES BALANCE	R-22	CARRIER	45CEA-020-466DS	20 TR	460 V
PSED003	UNIBOM, CUARTO SATÉLITE No. 1	SAA3762	REFINACIÓN	R-22	THERMOANDINA	TCOM-03CW	3 TR	220 V
PSED004	UNIBOM, CUARTO SATÉLITE No. 2	SAA3763	REFINACIÓN	R-22	THERMOANDINA	TCOM-03CW	3.0 TR	220 V
PSED005	UNIBOM, CUARTO SATÉLITE No. 3	SAA3764	REFINACIÓN	R-22	THERMOANDINA	TCOM-03CW	3 TR	220 V
PSED006	HDT/SIH- 01 EQ. 1	SAA4700B	REFINACIÓN	N/A	DATA AIRE	DACD-1534	15 TR	460 V
PSED007	HDT/SIH- 01 EQ. 2	SAA4700B	REFINACIÓN	N/A	DATA AIRE	DACD-1534	15 TR	460 V
PSED008	HDT/SIH- 01 EQ. 3	SAA4700B	REFINACIÓN	N/A	DATA AIRE	DACD-1534	15 TR	460 V
PSED009	HDT/SIH- 04 EQ. 1	SAA4800B	REFINACIÓN	N/A	DATA AIRE	DACD-1534	15 TR	460 V
PSED010	HDT/SIH- 04 EQ. 2	SAA4800B	REFINACIÓN	N/A	DATA AIRE	DACD-1534	15 TR	460 V
PSED011	CENTRAL DEL NORTE - CALDERAS, CUARTO TÉCNICO EQ A	SAA2400C	SERVICIOS INDUSTRIALES REFINERÍA	R-22	YORK	Y2TC-190A46V1SC	15.0 TR	460 V
PSED012	CENTRAL DEL NORTE - CALDERAS, CUARTO TÉCNICO EQ B	SAA2400D	SERVICIOS INDUSTRIALES REFINERÍA	R-22	YORK	Y2TC-190A46V1SC	15 TR	460 V
PSED013	ET-031, BOTE DEL RÍO	SAABOTE805	MATERIAS PRIMAS	R-22	CARRIER	45CEA-020-446-DS	20 TR	460 V
PSED014	CALDERAS FOSTER CUARTO DE COMPRESORES EQ. 1	SAA910A	SERVICIOS INDUSTRIALES REFINERÍA	R-407C	LIEBERT	VS028ASA0E11464	8 TR	460 V

PSED015	CALDERAS FOSTER CUARTO DE COMPRESORES EQ. 2	SAA910B	SERVICIOS INDUSTRIALES REFINERÍA	R-407C	LIEBERT	VS028ASA0E11464	8 TR	460 V
PSED016	PTAR EQ. 1	SAA4000C	AMBIENTAL	R-407C	DATA AIRE	DAAU-0834	8 TR	460 V
PSED017	PTAR EQ. 2	SAA4000D	AMBIENTAL	R-407C	DATA AIRE	DAAU-0834	8 TR	460 V
PSED018	ANTIGUA GLP, VEA GLP EQ. A	SAA3180A	MATERIAS PRIMAS	R-407C	DATA AIRE	DAAU-2634	26.0 TR	460 V
PSED019	ANTIGUA GLP, VEA GLP EQ. B	SAA3180B	MATERIAS PRIMAS	R-407C	DATA AIRE	DAAU-2634	26.0 TR	460 V
PSED020	CASA BOMBAS 9 EQ. 1	SAA3950A	MATERIAS PRIMAS	R-22	PARAMO	UCC30DX2C	30 TR	460 V
PSED021	CASA BOMBAS 9 EQ. 2	SAA3950A	MATERIAS PRIMAS	R-22	PARAMO	UCC30DX2C	30 TR	460 V
PSED022	U-250, CUARTO DE COMPUTO EQ. 1	SAA251C	REFINACIÓN	R-407C	YORK	VS028WDA0E1371D	8.0 TR	460 V
PSED023	U-250, CUARTO DE COMPUTO EQ. 2	SAA251D	REFINACIÓN	R-407C	YORK	VS028WDA0E1371D	8 TR	460 V
PSED024	CRACKING MODELO IV EQ. 1	SAA310A	CRACKING III	R-22	FACCINI	41CA-009-H2	8 TR	220 V
PSED025	CRACKING MODELO IV EQ. 2	SAA310B	CRACKING III	R-22	FACCINI	41CA-009-H2	8 TR	220 V
PSED026	CRACKING MODELO IV EQ. 3	SAA310C	CRACKING III	R-22	FACCINI	41CA-009-H2	8 TR	220 V
PSED027	POLIETILENO, CUARTO DE CONTROL - EQ 1	SAA2233A	PETROQUÍMICA	R-407C	STULZ	A49290ASU-692A	20 TR	460 V
PSED028	POLIETILENO, CUARTO DE CONTROL - EQ 2	SAA2233B	PETROQUÍMICA	R-407C	STULZ	A49290ASU-692A	20 TR	460 V
PSED029	CCP - SALA DE COMPUTO EQ. 1	SAA3747C	CCP	R-22	FACCINI	41CC048-H1	4 TR	220 V
PSED030	CCP - SALA DE COMPUTO EQ. 2	SAA3747D	CCP	R-22	FACCINI	41CC048-H1	4.0 TR	220 V
PSED031	CCP - SALA DE COMPUTO EQ. 3	SAA3747E	CCP	R-22	FACCINI	41CC048-H1	4.0 TR	220 V
PSED032	NUEVA GLP EQ. 1	SAA3160C	MATERIAS PRIMAS	R-407C	CARRIER	45CEA-12-266DI	10 TR	220 V
PSED033	NUEVA GLP EQ. 2	SAA3160D	MATERIAS PRIMAS	R-407C	CARRIER	45CEA-12-266DI	10 TR	220 V

PSED034	PLANTA DE AGUA FRÍA EQUIPO A COR	SAA5011	COR	N/A	LIEBERT	UP600C-AAM109S	50.0 TR	460 V
PSED035	PLANTA DE AGUA FRÍA EQUIPO B COR	SAA5011	COR	N/A	LIEBERT	UP600C-AAM109S	50 TR	460 V
PSED036	PLANTA DE AGUA FRÍA EQUIPO C COR	SAA5011	COR	N/A	LIEBERT	UP600C-AAM109S	50 TR	460 V
PSED037	PLANTA DE AGUA FRÍA EQUIPO D COR	SAA5011	COR	N/A	LIEBERT	UP600C-AAM109S	50 TR	460 V
PSED038	EQUIPO DATA 1 COR	SAA5210	COR	N/A	DATA AIRE	GFCU-03234	10 TR	460 V
PSED039	EQUIPO DATA 2 COR	SAA5210	COR	N/A	DATA AIRE	GFCU-03234	10.0 TR	460 V
PSED040	U-4600, PLANTA DE SODA EQ. 1	SAA4600A	REFINACIÓN	R-22	CARRIER	45CA20-466-DS	20 TR	460 V
PSED041	U-4600, PLANTA DE SODA EQ. 2	SAA4600B	REFINACIÓN	R-22	CARRIER	45CA20-466-DS	20 TR	460 V
PSED042	U-830, CUARTO TÉCNICO EQ. 1	SAA830C	SERVICIOS INDUSTRIALES REFINERÍA	R-22	YORK	Y2TC-090	8 TR	460 V
PSED043	U-830, CUARTO TÉCNICO EQ. 2	SAA830D	SERVICIOS INDUSTRIALES REFINERÍA	R-22	YORK	Y2TC-090	8 TR	460 V
PSED044	CENTRO COMPUTO EQ. 1	SAA3748A	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	YORK	Y2TC-150	12.0 TR	220 V
PSED045	CENTRO COMPUTO EQ. 2	SAA3748B	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	YORK	Y2TC-151	12 TR	220 V
PSED046	PARAFINAS, SUBESTACIÓN 2 EQ. 1	SAA1201A	PETROQUÍMICA II	R-407C	DATA AIRE	DAAU-1334	12 TR	460 V
PSED047	PARAFINAS, SUBESTACIÓN 2 EQ. 2	SAA1201B	PETROQUÍMICA II	R-407C	DATA AIRE	DAAU-1334	12.0 TR	460 V

Tabla 4. Inventario de equipos chillers

TAG PYS	Ubicación	ECOPETROL	DEPARTAMENTO	TIPO DE REFRIGERANTE	Marca	Modelo del equipo	Capacidad del equipo	Voltaje
PSEC001	SIH-04	SAA4800B	REFINACIÓN	R-407C	YORK	YCAL0034EB46XCBXXT	34 TR	460 V

PSEC002	SIH-04	SAA4800B	REFINACIÓN	R-407C	YORK	YCAL0034EB46XCBXXT	34 TR	460 V
PSEC003	SIH-01	SAA4700B	REFINACIÓN	R-407C	YORK	YCAL0064EB46XCBXXT	64 TR	460 V
PSEC004	SIH-01	SAA4700B	REFINACIÓN	R-407C	YORK	YCAL0064EB46XCBXXT	64.0 TR	460 V
PSEC005	CONTROL DE EMERGENCIA	SAAC3731A	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	PARAMO	N/V	35 TR	460 V
PSEC006	CONTROL DE EMERGENCIA	SAAC3731B	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	PARAMO	N/V	35 TR	460 V
PSEC007	EDIFICIO GERENCIA GENERAL+K43	SAAC3705A	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-407C	YORK	XTI-084X144-BANA046A	100 TR	460 V
PSEC008	EDIFICIO GERENCIA GENERAL+K43	SAAC3705B	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-407C	YORK	XTI-084X144-BANA046A	100 TR	460 V
PSEC009	AROMÁTICOS VILTER	SAAX1701	PETROQUÍMICA	R-413A	VILTER	N/V	10 TR	460 V
PSEC010	LABORATORIO INDUSTRIAL EQ. 1	SAAC3710A	ÁREAS NO OPERATIVAS	N/A	YORK	YIA-ST-2A4-46-B	100 TR	460 V
PSEC011	LABORATORIO INDUSTRIAL EQ. 2	SAAC3710B	ÁREAS NO OPERATIVAS	N/A	YORK	YIA-ST-2A4-46-B	100.0 TR	460 V
PSEC012	SHELTER DE DIÉSEL CB 9	SAA3950E	MATERIAS PRIMAS	R-22	EURODIFROID	KRA200ATX	8 TR	460 V
PSEC013	EDIFICIO PMRB EQ. 1	SAAPMRB	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-410A	YORK	YLAA0115SE	120 TR	460 V
PSEC014	EDIFICIO PMRB EQ. 2	SAAPMRB	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-410A	YORK	YLAA0115SE	120 TR	460 V
PSEC015	EQUIPO No 1 PLANTA DE PRECISIÓN COR	AA5012A	COR	R-410A	YORK	YLAA0135SE	140 TR	460 V
PSEC016	EQUIPO No 2 PLANTA DE PRECISIÓN COR	AA5012B	COR	R-410A	YORK	YLAA0135SE	140 TR	460 V
PSEC017	CHILLER DE LA PLACA DEL COR	SAA5100	COR	R-134A	YORK	YCIV0277EA46	240 TR	460 V
PSEC018	ARU POLY II	SAAX2206	PETROQUÍMICA	N/A	YORK	YIA-ST-10E3-46-C-X-C	600.0 TR	460 V
PSEC019	ARU POLY I	SAAX2254	PETROQUÍMICA	N/A	YORK	YIA-ST-10E3-46-C-X-C	600.0 TR	460 V

Tabla 5. Inventario de equipos de agua helada

TAG PYS	Ubicación	TAG ECOPETROL	departamento	Marca	Modelo del equipo	Capacidad del equipo	Voltaje
PSAH001	CONTROL DE EMERGENCIAS A OPERADORES	SAA3731A	ÁREAS NO OPERATIVAS	N/V	NO VISIBLE	10 TR	460 V
PSAH002	CONTROL DE EMERGENCIAS B SUPERVISORES	SAA3731B	ÁREAS NO OPERATIVAS	N/V	NO VISIBLE	10 TR	460 V
PSAH003	CONTROL DE EMERGENCIAS C AUDITORIO	SAA3731C	ÁREAS NO OPERATIVAS	N/V	NO VISIBLE	10 TR	460 V
PSAH004	GERENCIA GENERAL AC-1	SAA3705A	ÁREAS NO OPERATIVAS	YORK	XTI-084X144-BANA046A	60.0 TR	460 V
PSAH005	GERENCIA GENERAL AC-2	SAA3705B	ÁREAS NO OPERATIVAS	YORK	XTI-075X120-BAMA046A	50 TR	460 V
PSAH006	GERENCIA GENERAL AC-3	SAA3705C	ÁREAS NO OPERATIVAS	YORK	XTI-060X081-BAJA046A	40 TR	460 V
PSAH007	LABORATORIO INDUSTRIAL EQ. A	SAA3710A	ÁREAS NO OPERATIVAS	N/V	NO VISIBLE	50 TR	460 V
PSAH008	LABORATORIO INDUSTRIAL EQ. B	SAA3710B	ÁREAS NO OPERATIVAS	YORK	AP215	50 TR	460 V
PSAH009	LABORATORIO INDUSTRIAL EQ. C	SAA3710C	ÁREAS NO OPERATIVAS	YORK	AP305	50 TR	460 V
PSAH010	LABORATORIO INDUSTRIAL EQ. E	SAA3710E	ÁREAS NO OPERATIVAS	N/V	NO VISIBLE	50 TR	460 V
PSAH011	LABORATORIO INDUSTRIAL EQ. F	SAA3710F	ÁREAS NO OPERATIVAS	N/V	NO VISIBLE	40.0 TR	460 V
PSAH012	PREENFRIAMIENTO DEL SIH-04	SIN CÓDIGO	REFINACIÓN	N/V	NO VISIBLE	15 TR	460 V
PSAH013	EDIFICIO PMRB EQ. 1	SAAPMRB	ÁREAS NO OPERATIVAS	YORK	YSM-50M2433HVL	120 TR	460 V
PSAH014	EDIFICIO PMRB EQ. 2	SAAPMRB	ÁREAS NO OPERATIVAS	YORK	YSM-50M2433HVL	120 TR	460 V
PSAH015	COR EQUIPO A	AA5140A	COR	YORK	XTO-063X093	41 TR	460 V
PSAH016	COR EQUIPO B	AA5140B	COR	YORK	XTO-042X069	30 TR	460 V

PSAH017	COR EQUIPO C	AA5140C	COR	YORK	XTO-069X099	45 TR	460 V
PSAH018	COR EQUIPO D	AA5140D	COR	YORK	XTO-054X102	38.0 TR	460 V
PSAH019	COR EQUIPO E	AA5140E	COR	YORK	XTO-060X120	40.0 TR	460 V

7.3 REGISTRO DE INSTALACIONES

El registro de las instalaciones se hizo en medio físico por medio de un archivo que contiene las hojas de vida de la totalidad de los equipos en el formato PYS-FT-59 y de manera digital con un archivo de Excel llamado <<compilado equipos de aire acondicionado grb>> en el que se encuentra toda la información del formato PYS-FT-59 y unos hipervínculos que llevan a la carpeta individual de los informes de los trabajos realizados en cada equipo. A continuación, se muestran imágenes de pantalla del archivo.

Figura 22. Pantalla inicial, compilado equipos de aire acondicionado grb

TAG PYS	UBICACIÓN	TAG ECOPETROL	DEPARTAMENTO	TIPO DE REFRIGERANTE	Marca	Modelo del equipo	Capacidad del equipo	Voltaje
PSEP001	TE - 850 / 890	SAAB90	SERVICIOS INDUSTRIALES REFINERÍA	R-410A	YORK	NM060C00A4AAA1B	5 TR	220 V
PSEP002	UNIBOM - DEMEX, CCM EQ. 1	SAA2580A/SAA3022	REFINACIÓN	R-22	PARAMO	N/V	20 TR	460 V
PSEP003	UNIBOM - DEMEX, CCM EQ. 2	SAA2580B	REFINACIÓN	R-22	PARAMO	N/V	20 TR	460 V
PSEP004	PAQUETES (PSEP003 - Haga clic una vez para seguir, Haga clic y mantenga presionado el botón para seleccionar esta caída.)	SAAC8A	CRACKING I	R-22	YORK	N/V	3.5 TR	220 V
PSEP005		SAA3722	RF3	R-22	YORK	YPQAC040T-2H	40 TR	460 V
PSEP007	ET-223 EQ. 2	SAAB50/890A	SERVICIOS INDUSTRIALES REFINERÍA	R-410A	CARRIER	50TC-D24AGB6A0A0	20 TR	460 V
PSEP007		SAAB50/890B	SERVICIOS INDUSTRIALES REFINERÍA	R-410A	CARRIER	50TC-D24AGB6A0A0	20 TR	460 V
PSEP008	CONTROL CÁMARAS	SAACAMARIAS	SERVICIOS GENERALES	R-22	YORK	PAC060H1033A	5 TR	220 V
PSEP009	ET-003	SAA003	SERVICIOS INDUSTRIALES REFINERÍA	R-22	YORK	YPQWC-015T-2H	15 TR	460 V
PSEP010	ET-208	SAART208	CCP	R-22	LG	LK-C3060K00	20 TR	460 V
PSEP011	PUERTA PRINCIPAL CORRESPONDENCIA	SAA3780	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	YORK	DM090C00A2AAAAA	7.5 TR	220 V
PSEP012	ATP	SAA3705D	ÁREAS NO OPERATIVAS	R-22	YORK	D2CE300A46A	20 TR	460 V
PSEP013	ET-004 EQ. 1	SAA004A	CCP	R-22	YORK	YPQWC-045T-2H	40 TR	460 V
PSEP014	ET-004 EQ. 2	SAA004B	CCP	R-22	YORK	YPQWC-045T-2H	40 TR	460 V
PSEP015	ET-004 EQ. 3	SAA004C	CCP	R-22	YORK	YPQWC-045T-2H	40 TR	460 V
PSEP016	ETILENO II, CUARTO DE CONTROL EQ. 1	SAA4101	CRACKING I	R-410A	CARRIER	50BVC034-EB60	30 TR	460 V
PSEP017	CASA BOMBAS 2, GASÓLEO	SAART216	TAP1	R-22	YORK	DM090C00A4AAAA1A	5 TR	460 V
PSEP018	ORTHOFLOW, CCM EQ. 1	SAA511A	CRACKING III	R-22	YORK	DM090C00A2AAAAA	7.5 TR	460 V
PSEP019	ORTHOFLOW, CCM EQ. 2	SAA511B	CRACKING III	R-22	YORK	DM090C00A2AAAA3C	7.5 TR	460 V
PSEP020	U-250 CUARTO DE BREAKERS EQ. 1	SAA251A	REFINACIÓN	R-407C	YORK	N/V	20 TR	460 V
PSEP021	U-250 CUARTO DE BREAKERS EQ. 2	SAA251B	REFINACIÓN	R-407C	YORK	N/V	20 TR	460 V
PSEP022	CENTRAL DEL NORTE - CALDERAS VESTIER	SAA2400E	SERVICIOS INDUSTRIALES REFINERÍA	R-22	CARRIER	50TFF008-611	7.5 TR	460 V
PSEP023	FOSTER PLANTA ELÉCTRICA EQ. 1	SAA901A	SERVICIOS INDUSTRIALES REFINERÍA	R-22	N/V	N/V	5 TR	460 V
PSEP024	FOSTER PLANTA ELÉCTRICA EQ. 2	SAA901B	SERVICIOS INDUSTRIALES REFINERÍA	R-22	N/V	N/V	5 TR	460 V
PSEP025	U-200 EQ. 1	SAA15D	REFINACIÓN	R-410A	CARRIER	50BVC034-EB60	30 TR	460 V

Figura 23. Pantalla dos, compilado equipos de aire acondicionado grb

TAG PYS	UBICACIÓN	N° compresores	Marca del compresor 1	Modelo compresor 1	Capacidad del compresor 1	Fases del compresor 1	N° compresores 2	Marca del compresor 2	Modelo compresor 2	Capacidad del compresor 2	Fase compr
1											
2	PSEP001	1	DANFOSS	HLH0611LP6	5 TR	1					
3	PSEP002	2	COPELAND	BRH2-1000-TFD-505	10 TR	3					
4	PSEP003	2	COPELAND	BRH2-1000-TFD-505	10 TR	3					
5	PSEP004	1	BRISTOL	H28A423DBLA	3.5 TR	3					
6	PSEP005	1	BRISTOL	H2NG244DREF	20 TR	3	1	COPELAND	HRH1-2500-TSK-200	25 TR	
7	PSEP006	1	COPELAND	ZP137KCE-TFD-250	14 TR	3	1	COPELAND	ZP91KCE-TFD-250	7.5 TR	
8	PSEP007	1	COPELAND	ZP137KCE-TFD-250	14 TR	3	1	COPELAND	ZP91KCE-TFD-250	7.5 TR	
9	PSEP008	1	DANFOSS	HDM05872LUP6	5 TR	3					
10	PSEP009	2	BRISTOL	H28G094DBEE	7.5 TR	3					
11	PSEP010	4	LG	SR0735AA	5 TR	3					
12	PSEP011	2	BRISTOL	H20I423DBDA	3.75 TR	3					
13	PSEP012	2	COPELAND	ZR125KC-TFD-501	10 TR	3					
14	PSEP013	2	BRISTOL	H2NG244DREF	20 TR	3					
15	PSEP014	2	BRISTOL	H2NG244DREF	20 TR	3					
16	PSEP015	2	BRISTOL	H2NG244DREF	20 TR	3					
17	PSEP016	2	COPELAND	ZP182KCE-TFD-455	15 TR	3					
18	PSEP017	1	BRISTOL	H23A623DBEA	5 TR	3					
19	PSEP018	2	BRISTOL	H23A463DBEA	3.75 TR	3					
20	PSEP019	2	BRISTOL	H23A463DBEA	3.75 TR	3					
21	PSEP020	2	BRISTOL	H28G124DBEE	10 TR	3					
22	PSEP021	2	BRISTOL	H28G124DBEE	10 TR	3					
23	PSEP022	2	COPELAND	CR060KS-TFD-556	5 TR	3					
24	PSEP023	1	BRISTOL	H23A623DBEA	5 TR	3					
25	PSEP024	1	BRISTOL	H23A623DBEA	5 TR	3					
26	PSEP025	2	COPELAND	ZP182KCE-TFD-455	15 TR	3					

Figura 24. Pantalla tres, compilado equipos de aire acondicionado grb

TAG PYS	UBICACIÓN	Fases del compresor 2	N° de Ventiladores	Modelo del motor	Potencia del Motor	rpm del ventilador	No de Fases	Diámetro del Aspa	Diámetro del eje	Capacitor	N° de Blowers	Marca del motor M	Modelo del M
1													
2	PSEP001		1	N/V	1/3 hp	1100	1	22	1/2 in	N/A	1	N/V	N/V
3	PSEP002		2	N/V	1 hp	1075	3	26	5/8 in	N/A	1	SIEMENS	1LA7-112-
4	PSEP003		2	N/V	1 hp	1075	3	26	5/8 in	N/A	1	SIEMENS	1LA7-112-
5	PSEP004		1	323P915	1/3 hp	1075	1	20	7/16 in	5 µf	1	N/V	N/V
6	PSEP005		3	1LA7-090-6VA60	1.5 hp	1100	3	28	1/2 in	N/A	1	SIEMENS	1LA7-131-
7	PSEP006		3	U110AS	1/4 hp	1100	1	22	1/2 in	10 µf	1	CENTURY	S184
8	PSEP007		3	U110AS	1/4 hp	1100	1	22	1/2 in	10 µf	1	CENTURY	S184
9	PSEP008		1	F48K49A48	1/3 hp	1100	1	20	1/2 in	5 µf	1	N/V	N/V
10	PSEP009		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/V	N/V	N/V
11	PSEP010		4	K55HXTDR-8455	3/4 hp	1075	1	24	1/2 in	10 µf	1	TATUNG	TEFO
12	PSEP011		2	F48T73A50	3/4 hp	1110	1	24	1/2 in	10 µf	1	A.O. SMITH	P56862
13	PSEP012		2	7-176356-03	1 hp	1140	3	30	5/8 in	N/A	1	MAGNETEK	7850329-C
14	PSEP013		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2	SIEMENS	1LA7-131-
15	PSEP014		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2	SIEMENS	1LA7-131-
16	PSEP015		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2	SIEMENS	1LA7-131-
17	PSEP016		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2	MARATHON	JUM56T34D5
18	PSEP017		1	N/V	1/2 hp	850	1	24	1/2 in	10 µf	1	N/V	N/V
19	PSEP018		2	K55HXTDR-8455	3/4 hp	1075	1	24	1/2 in	10 µf	1	EMERSON	D2E2
20	PSEP019		2	K55HXTDR-8456	3/4 hp	1075	1	24	1/2 in	10 µf	1	A.O. SMITH	P568924
21	PSEP020		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1	MARATHON	CD213TTG54
22	PSEP021		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1	MARATHON	CD213TTG54
23	PSEP022		2	K55HXTDR8453	1/3 hp	1075	1	22	1/2 in	7.5 µf	1	GENERAL ELECTRIC	5K49MN4
24	PSEP023		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1	SIEMENS	N/V
25	PSEP024		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1	MARATHON	4VH143TTDR
26	PSEP025		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2	MARATHON	JUM56T34D5

Figura 25. Pantalla cuatro, compilado equipos de aire acondicionado grb

TAG PYS	UBICACIÓN	Modelo del Motor M	Potencia del Motor M	Amperaje del motor M	Fases del motor M	Blower (D x L)	Diámetro del eje M	Largo del eje M	rpm del motor M	N° Correas	Ref. Correa	Polea Motor	Polea Blower
PSEP001	TE - 850 / 890	N/V	1 hp	N/V	1	11x10	1/2 in	N/A	1075	N/A	N/A	N/A	N/A
PSEP002	UNIBOM - DEMEX, CCM EQ. 1	1LA7-112-4YB60	5 hp	7.5 A	3	15	ESCALONADO	27	1800	2	B51	5	10
PSEP003	UNIBOM - DEMEX, CCM EQ. 2	1LA7-112-4YB60	5 hp	7.5 A	3	15	ESCALONADO	27	1800	2	B51	5	10
PSEP004	CASA BOMBAS A	N/V	N/V	N/V	1	11x8	N/A	N/A	N/V	N/A	N/A	N/A	N/A
PSEP005	BALANCE EDIFICIO ADMINISTRATIVO	1LA7-131-4YA70	10 hp	14.4 A	3	18x20	1 1/8 hp	N/V	1750	2	B64	5.5	14
PSEP006	ET-223 EQ. 1	S184C	5 hp	6.8 A	3	17x15	1 3/16 in	70 in	1760	1	B46	6.5	9
PSEP007	ET-223 EQ. 2	S184C	5 hp	6.8 A	3	17x15	1 3/16 in	70 in	1760	1	B46	6.5	9
PSEP008	CONTROL CÁMARAS	N/V	0.75 hp	N/V	1	10x7	N/A	N/A	N/V	N/A	N/A	N/A	N/A
PSEP009	ET-003	N/V	3 hp	4	3	N/V	N/V	N/V	N/V	1	B64	N/V	N/V
PSEP010	ET-208	TEFC2006	5.5 hp	9 A	3	18	1 3/16 in	28 in	3510	1	B74	4.0	16
PSEP011	PUERTA PRINCIPAL, CORRESPONDENCIA	P56B62A50	2 hp	6.3 A	3	14x13	1 in	19 in	1725	1	A49	N/V	N/V
PSEP012	ATP	7850329-01-WH	15 hp	22.8 A	3	16	1 7/16 in	28 in	1445	1	B86	8.0	13
PSEP013	ET-004 EQ. 1	1LA7-131-4YA70	10 hp	14.4 A	3	20x18	1 3/16 in	75 in	1750	2	B78	6.0	12
PSEP014	ET-004 EQ. 2	1LA7-131-4YA70	10 hp	14.4 A	3	20x18	1 3/16 in	75 in	1750	2	B78	6.0	12
PSEP015	ET-004 EQ. 3	1LA7-131-4YA70	10 hp	14.4 A	3	20x18	1 3/16 in	75 in	1750	2	B78	6.0	12
PSEP016	ETILENO II, CUARTO DE CONTROL EQ. 1	JUM56T340S895DP	5 hp	6.3 A	3	15	1 in	28 in	3450	4	A56	4.0	13
PSEP017	CASA BOMBAS 2, GASÓLEO	N/V	1 hp	3.3 A	1	14x12	N/A	N/A	N/V	N/A	N/A	N/V	N/V
PSEP018	ORTHOFLOW, CCM EQ. 1	D2E2D	2 hp	3.1 A	3	12	1 in	20 in	1740	1	A49	5.0	6.5
PSEP019	ORTHOFLOW, CCM EQ. 2	P56B82A50	1.5 hp	2.5 A	3	14x15	1 in	23 in	1723	1	A57	5.0	9.0
PSEP020	U-250 CUARTO DE BREAKERS EQ. 1	CD213TTGS402GBRL	7.5 hp	10 A	3	14x10	1 7/16 in	32 in	1760	2	B42	4.5	3.0
PSEP021	U-250 CUARTO DE BREAKERS EQ. 2	CD213TTGS402GBRL	7.5 hp	10 A	3	14x10	1 7/16 in	32 in	1760	2	15430	4.5	3.0
PSEP022	CENTRAL DEL NORTE - CALDERAS VESTIER	5K49MN4250FZ	N/V	2.6 A	3	14x15	1 in	26 in	1725	1	A48	4	7
PSEP023	FOSTER PLANTA ELÉCTRICA EQ. 1	N/V	2.4 hp	3.9 A	3	12x20	3/4 in	20 in	1695	1	B40	4	7.5
PSEP024	FOSTER PLANTA ELÉCTRICA EQ. 2	4VH143TDR5326AB	1 hp	1.8 A	3	12	3/4 in	20 in	1730	1	B40	4	7.5
PSEP025	U-200 EQ. 1	JUM56T340S895DP	5 hp	6.3 A	3	15	1 in	28 in	3450	4	A56	4.0	13

Figura 26. Carpetas de almacenamiento de trabajos

Nombre	Fecha de modifica...	Tipo	Tamaño
2010-09-24 CAMBIO DE CAPACITOR	22/3/2011 07:54	Documento Adob...	38 KB
2010-10-12 PREVENTIVO	22/3/2011 02:26	Documento Adob...	135 KB
2011-09-16 preventivo	6/10/2011 07:41	Documento Adob...	205 KB
2012-02-29 PREVENTIVO	13/3/2012 10:19	Documento Adob...	1,087 KB
2012-03-01 REVISION	13/3/2012 10:21	Documento Adob...	420 KB
2012-03-20 CORRECTIVO	10/4/2012 11:00	Documento Adob...	909 KB
2012-06-27 CORRECTIVO	7/7/2012 09:49	Documento Adob...	1,103 KB
2012-07-30 REVISION	19/9/2012 07:16	Documento Adob...	213 KB
2012-08-17 REVISION	12/9/2012 04:23	Documento Adob...	411 KB
2013-09-06 PREVENTIVO	14/9/2013 11:18	Documento Adob...	1,576 KB
2013-11-13 PREVENTIVO	14/11/2013 08:58	Documento Adob...	2,212 KB
2013-12-16 LAVADO DE FILTROS	20/1/2014 11:26	Documento Adob...	408 KB
2014-02-19 PREVENTIVO	22/2/2014 11:09	Documento Adob...	1,799 KB
2014-07-09 PREVENTIVO	14/8/2014 08:45	Documento Adob...	1,694 KB
2014-10-22 PREVENTIVO	30/10/2014 03:23	Documento Adob...	1,689 KB
2014-10-28 CAMBIO DE BREAKER	29/10/2014 04:32	Documento Adob...	408 KB
2015-06-26 PREVENTIVO	6/8/2015 10:01	Documento Adob...	1,732 KB
2015-09-23 LAVADO DE FILTROS	20/11/2015 12:03	Documento Adob...	370 KB
2015-12-07 PREVENTIVO	9/12/2015 05:03	Documento Adob...	1,031 KB
2015-12-30 CAMBIO DE CONTACTOR	8/1/2016 04:36	Documento Adob...	398 KB

En las imágenes anteriores se pueden observar la división que se hizo de los equipos de aire acondicionado por tipo; en las pestañas se encuentran los equipos tipo paquete, Split, de precisión, los de agua helada y los chillers. En la columna “A” se encuentran los números de identificación interna de PyS que también son hipervínculos hacia las carpetas que contienen toda la información de los trabajos realizados en cada equipo. En la fila superior se indican los datos de los equipos en el siguiente orden:

- Código pys.
- Ubicación.
- Código Ecopetrol.
- Departamento de Ecopetrol.
- Tipo de refrigerante.
- Marca del equipo.
- Modelo del equipo.
- Capacidad de refrigeración del equipo.
- Voltaje de trabajo.
- Numero de compresores referencia (1).
- Marca del compresor referencia (1).
- Modelo compresor referencia (1).
- Capacidad del compresor referencia (1).
- Numero de fases del compresor (1).
- Numero de compresores referencia (2).
- Marca del compresor referencia (2).
- Modelo compresor referencia (2).
- Capacidad del compresor referencia (2).
- Numero de fases del compresor (2).
- Numero de ventiladores de la condensadora.
- Modelo del motor de la condensadora.

- Potencia del motor de la condensadora.
- Rpm del ventilador.
- Numero de fases del motor de la condensadora.
- Diámetro del aspa.
- Diámetro del eje del motor.
- Tamaño del capacitor.
- Numero de blowers de la manejadora.
- Marca del motor de la manejadora.
- Modelo del motor de la manejadora.
- Potencia del motor de la manejadora.
- Amperaje del motor de la manejadora.
- Numero de fases del motor de la manejadora.
- Tamaño del blower de la manejadora (diámetro x largo).
- Diámetro del eje del motor de la manejadora.
- Largo del eje del blower.
- Rpm del motor de la manejadora.
- Numero de correas.
- Referencia de las correas.
- Diámetro de la polea motor de la manejadora.
- Diámetro de la polea del blower.

Por estos datos se puede tener una población de repuestos e intentar estandarizar para disminuir la cantidad en el almacén; esta labor tiene un grado alto de dificultad, debido a que existe un gran número de marcas y modelos de equipos instalados en la refinería y cada fabricante utiliza para su producción piezas sobre medida.

7.4 PROGRAMA ESPECÍFICO DE MANTENIMIENTO

Los fabricantes de equipos de aire acondicionado recomiendan lavar los filtros de polvo y realizar una inspección visual mensualmente y realizar cada cuatro meses una rutina de mantenimiento preventivo que incluya las siguientes tareas:

- Lavado general del equipo.
- Lavado de filtros de polvo.
- Engrase de rodamientos.
- Lavado de serpentines con producto desincrustante.
- Revisión del sistema electromecánico.
- Revisión de puntos calientes en el cableado.
- Medición de voltaje y corrientes de trabajo de los distintos motores y compresores.
- Toma de presión de refrigerante.
- Cambio de correas.
- Pintura de partes corroídas.
- Limpieza del drenaje.

El mantenimiento correctivo se realiza cuando algún componente falla y se detecta en el momento de la revisión o en el mantenimiento preventivo. A continuación, se enumeran las tareas que se pueden realizar durante la reparación:

- Búsqueda y corrección de fugas de gas refrigerante.
- Cambio del aspa motor ventilador.
- Cambio de elementos eléctricos (breakers, contactores, termostatos, relés térmicos, guarda motores, transformadores, etc).
- Cambio de blower.
- Cambio de motores.
- Cambio de poleas.
- Cambio de rodamientos.
- Cambio de serpentines.

- Cambio de compresores.
- Reparación de circuito de control.
- Reparación de ductería.
- Reparación de compresores.
- Reparación de latonería.
- Cambio de elementos del circuito de refrigeración (presostatos, válvulas de servicio, filtros secadores, válvulas de expansión, etc.).

Debido al tipo de construcción de los equipos de aire acondicionado la mayoría de sus componentes trabajan a falla por lo cual la rutina preventiva no incluye cambio de componentes a no ser que en la inspección visual se detecte que están a punto de fallar. Las tareas antes descritas las deben realizar un técnico de refrigeración y un ayudante con las siguientes herramientas:

- Destornilladores de pala y de estría de diferentes diámetros.
- Alicates.
- Pinza Voltiamperimétrica.
- Flexómetro.
- Escalera.
- Manómetros de refrigeración.
- Llaves mixtas.
- Llaves para tubo.
- Llave de expansión.
- Pinza de puntas.
- Grasea.
- Llaves allen.
- Recuperadora de gas refrigerante y cilindros vacíos.
- Equipo de soldadura oxiacetilénica.
- Cilindro de nitrógeno (n), acetileno, oxígeno.
- Recuperadora de gas refrigerante.

- Bomba de vacío.
- Vacuometro.
- Medidor de aislamiento (megóhmetro).

7.5 ESPECIFICACIÓN DEL TRABAJO

Durante las distintas vigencias del contrato se han elaborado procedimientos detallados para la realización de las tareas de mantenimiento a los equipos de aire acondicionado de la refinería⁵. A continuación, se listan los procedimientos vigentes:

- PYS-PS-P-34 procedimiento de mantenimiento preventivo
- PYS-PS-I-18- INS MTTO correctivo
- PYS-PS-I-26 cambio elementos eléctricos SAA

7.6 PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO.

Con base en el inventario de los equipos existentes en refinería que se realizó en este proyecto y en el que se buscó la optimización de los recursos existentes. El ingeniero Luis Fernando Gómez Gómez de Ecopetrol realizó la programación de mantenimientos preventivos para un año, en esta programación el ingeniero Luis Fernando le dio prioridad a equipos de distintas áreas y plantas teniendo en cuenta cierta cantidad de equipos por semana dependiendo de su tipo y tamaño y asegurando una rutina de mantenimiento preventivo trimestral. A continuación, se muestra recortes aleatorios de pantalla, asociado a la programación de mantenimiento preventivo.

5. Véase anexos. Se detallan los procedimientos que se utilizan en la actualidad.


Figura 27. Primer pantallazo de la sabana de mantenimiento preventivo de Ecopetrol

SABANA DE PREVENTIVOS - EQUIPOS ASOCIADOS A SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL				ENERO							FEBRERO																															
Id	Sistema	Dpto	Descripcion	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14	15	16	18	19	20	21	22	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	15	16	17	18
				L	M	J	V	S	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V
2	AA5011A	COR	ACOND AIRE COR - Manejadoras de Precision	2	2																																					
3	AA5011B	COR	ACOND AIRE COR - Manejadoras de Precision	3	3																																					
4	AA5011C	COR	ACOND AIRE COR - Manejadoras de Precision	4	4																																					
5	AA5011D	COR	ACOND AIRE COR - Manejadoras de Precision					2	2																																	
6	AA5011E	COR	ACOND AIRE COR - Manejadoras de Precision Cuarto UPS	1	1																																					
7	AA5011F	COR	ACOND AIRE COR - Manejadoras de Precision Cuarto UPS					3																																		
8	AA5012A	COR	ACOND AIRE COR - Chillers de Precision			4	4																																			
9	AA5012B	COR	ACOND AIRE COR - Chillers de Precision					3	3																																	
10	AA5100	COR	ACOND AIRE COR - Chiller de Comfort						1																																	
11	AA5140A	COR	ACOND AIRE COR - Manejadoras de Comfort	1	1																																					
12	AA5140B	COR	ACOND AIRE COR - Manejadoras de Comfort					1	1																																	
13	AA5140C	COR	ACOND AIRE COR - Manejadoras de Comfort						1																																	
14	AA5140D	COR	ACOND AIRE COR - Manejadoras de Comfort						2																																	
15	AA5140E	COR	ACOND AIRE COR - Manejadoras de Comfort											1																												
16	AA5011G	COR	ACOND AIRE COR - Manejadora de preenfriamiento											2	2																											
17	SAAS411	COR	ACOND AIRE COR - Unidad Paquete de La Subestacion												2	2																										
18	SAA3705A	GGRAL	ACOND AIRE OFIC GENERALES INGENIERIA													1	1																									
19	SAA3705B	GGRAL	ACOND AIRE OFIC GENERALES MAQUINAS																	2	2																					
20	SAA3705C	GGRAL	ACOND AIRE OFIC GENERALES GERENCIA																							2	2															

7.7 CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LOS MANTENIMIENTOS

Para llevar un mejor control del plan de mantenimiento, se actualizaron los formatos de trabajo que se estaban diligenciando; dado que no estaban acordes con los requerimientos. Para mantenimiento preventivo y correctivo se utilizaban los mismos formatos <<FT-18-VERSION 10- Revisión de equipos>> y el <<FT-09 VERSIÓN 3 - Control de mantenimiento de equipos de A.A central>> estos documentos no identificaban bien los equipos, no asociaban las actividades realizadas con las órdenes de trabajo y requerían amplia información que no era significativa en el momento de hacer el seguimiento.


Formato 2. FT-18-VERSION 10- Revisión de equipos

	REVISIÓN DE EQUIPOS PYS-PS-FT-18 VERSION 10			FACTURA No. _____
	FECHA DE REVISIÓN:	FECHA DE ENTREGA:	ID PYS:	ID CLIENTE:
<input type="text" value="DD"/> <input type="text" value="MM"/> <input type="text" value="AA"/>	<input type="text" value="DD"/> <input type="text" value="MM"/> <input type="text" value="AA"/>			
CLIENTE:		SOLICITADO POR:		
MARCA DEL EQUIPO:	MODELO:	SERIAL:		
UBICACION DEL EQUIPO:	CLASE DE EQUIPO: <input type="checkbox"/> V <input type="checkbox"/> MS <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> PA <input type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> CF <input type="checkbox"/> O			
ESTADO INICIAL DEL EQUIPO:				
ESTADO FINAL DEL EQUIPO:				
BE <input type="checkbox"/> FSC <input type="checkbox"/> FSR <input type="checkbox"/> OFC <input type="checkbox"/> OFR <input type="checkbox"/>				
OBSERVACIONES:		NOMBRE DEL TÉCNICO:		
		FIRMA DEL CLIENTE:	NUMERO DE REGISTRO DEL CLIENTE:	

FAVOR DILIGENCIAR CON LETRA CLARA X DESCRIPCIONES PRECISAS


BE-Buen Estado FSC-Fuera de Servicio para Cambio FSR-Fuera de Servicio para Reparación OFC-Operando en Falla para Cambio OFR-Operando en Falla para Reparación
 V-Ventana MS-Mini Split S-Split PA-Paquete P-Precisión C-Chiller CF-Cuatro Frio O-Otro

Formato 3. FT-09 VERSIÓN 3 Control de mantenimiento de equipos de A.A central


 Proyectos y Servicios S.A.S.		CONTROL DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO CENTRAL PYS-FT-09 VERSIÓN 4											
CONTRATANTE						FECHA:							
LOCALIDAD:				DIRECCION:				TEL:					
UBICACION:						RESPONSABLE:							
UNIDAD MANEJADORA			MARCA:			MODELO:			SERIE:				
			SI			NO			OBSERVACIONES				
Lavado del serpentín									ACERCA DE LAS INSTALACIONES DEL CLIENTE				
Lavado del filtro													
Revisión de pintura													
Revisión de circuitos eléctricos													
Revisión de cableado													
Revisión y prueba de elementos de control													
Revisión de chumaceras													
Revisión balineras o rodamientos													
ANTES		AMPERIOS:		A1:	A2:	A3:	VOLTIOS:		POT:		RPM:		
DESPUES		AMPERIOS:		A1:	A2:	A3:	VOLTIOS:		POT:		RPM:		
UNIDAD CONDENSADORA			MARCA:			MODELO:			SERIE:				
			SI			NO			OBSERVACIONES				
Tomas de lectura, voltajes y amperajes									ACERCA DE LAS INSTALACIONES DEL CLIENTE				
Revisión aspas y rodamientos													
Revisión motores ventiladores													
Lectura presión por alta y baja													
Revisión de nivel de aceite													
Lavado de serpentín													
Revisión y limpieza de controles													
Verificar carga de refrigerante													
Válvula solenoide													
Válvula de paso y servicios													
COMPRESOR No. 1						COMPRESOR No. 2							
MODELO:						MODELO:							
VOLTIOS:						VOLTIOS:							
ANTES		AMPERIOS:		A1:	A2:	A3:	ANTES		AMPERIOS:		A1:	A2:	A3:
DESPUES		AMPERIOS:		A1:	A2:	A3:	DESPUES		AMPERIOS:		A1:	A2:	A3:
PSI ALTA:						PSI ALTA:							
PSI BAJA:						PSI BAJA:							
PRESION DE CORTE DE ALTA:						PRESION DE CORTE DE ALTA:							
PRESION DE CORTE DE BAJA:						PRESION DE CORTE DE BAJA:							
MARCA:						MARCA:							
MOTOR No 1						MOTOR No 2							
ANTES		AMPERIOS:		A1:	A2:	A3:	ANTES		AMPERIOS:		A1:	A2:	A3:
DESPUES		AMPERIOS:		A1:	A2:	A3:	DESPUES		AMPERIOS:		A1:	A2:	A3:
VOLTIOS:						VOLTIOS:							
POTENCIA:						POTENCIA:							
MARCA:						MARCA:							
SERIE:						SERIE:							
MOTOR No3						OBSERVACIONES							
ANTES		AMPERIOS:		A1:	A2:	A3:							
DESPUES		AMPERIOS:		A1:	A2:	A3:							
VOLTIOS:													
POTENCIA:													
MARCA:													
SERIE:													
TECNICO:				SUPERVISOR:				CLIENTE:					

Se diseñaron nuevos formatos de órdenes de trabajo para realizar las labores correspondientes al mantenimiento preventivo y correctivo.

Formato 4. Orden de trabajo mantenimiento preventivo equipo split, paquete y manejadora agua fría

	ORDEN DE TRABAJO MANTENIMIENTO PREVENTIVO EQUIPO SPLIT, PAQUETE Y MANEJADORA AGUA FRIA				FECHA DE ELABORACIÓN: 22/02/2016	VERSIÓN 02
	PYS-PS-FT-98				PAGINA 1 DE 1	
OT INTERNA: 0103	TAG PYS: PSES038	TAG CLIENTE: SAAAROMCCA	OT CLIENTE: 453773			
EQUIPO:	AROMÁTICOS - CUARTO DE CONTROL EQ. 1			FECHA:	<input type="text"/>	<input type="text"/>
ÁREA / DPTO:	PQ2		SUPERVISOR QUE RECIBE:			
MODELO EQUIPO:	N/V		CAPACIDAD: 20 TR	VOLTAJE: 460 V	VOLTAJE REAL:	
MOTOR MANEJADORA	A1:	A2:	A3:	POTENCIA:	REFRIGERANTE:	R-407C
COMPRESOR 1:	ANTES	A1:	A2:	A3:	PSI ALTA:	MOTOR VENTILADOR 1
	DESPUÉS	A1:	A2:	A3:	PSI BAJA:	POTENCIA
COMPRESOR 2:	ANTES	A1:	A2:	A3:	PSI ALTA:	MOTOR VENTILADOR 2
	DESPUÉS	A1:	A2:	A3:	PSI BAJA:	POTENCIA
COMPRESOR 3:	ANTES	A1:	A2:	A3:	PSI ALTA:	MOTOR VENTILADOR 3
	DESPUÉS	A1:	A2:	A3:	PSI BAJA:	POTENCIA
COMPRESOR 4:	ANTES	A1:	A2:	A3:	PSI ALTA:	MOTOR VENTILADOR 4
	DESPUÉS	A1:	A2:	A3:	PSI BAJA:	POTENCIA
MANTENIMIENTO GENERAL						
LABORES			SI	NO	NA	OBSERVACIONES
Lavado del serpentín evaporador						
Lavado del serpentín condensadora						
Lavado de blower						
Lavado del Aspa de la condensadora						
Lavado del Filtros de Aire						
Lavado del Filtros de Agua						
Lavado de Piezas Generales						
Limpieza del Circuito Eléctrico						
Revisión General del Circuito Eléctrico						
Pintura en Partes Corroidas						
Mantenimiento Motor Ventilador						
						ESTADO FINAL DEL EQUIPO
Limpieza de drenaje						
Cambio de capacitor						
Cambio de rodamientos						
Cambio de correas cantidad <input type="text"/> tipo <input type="text"/>						
Ajuste de carga de gas refrigerante						
Engrasado de chumaceras y rodamientos						
Lavado de intercambiador de condensación						
Otro:						
NOMBRE DEL TÉCNICO:			SUPERVISOR:		NOMBRE CLIENTE:	
					No de Registro o CC.	

Formato 5. Orden de trabajo mantenimiento correctivo equipo split, paquete y manejadora agua fría

 Proyectos y Servicios LTDA	ORDEN DE TRABAJO MANTENIMIENTO CORRECTIVO EQUIPO SPLIT, PAQUETE Y MANEJADORA AGUA FRIA				FECHA DE ELABORACIÓN: 22/02/2016		VERSIÓN 00					
	PYS-PS-FT-100				PAGINA 1 DE 1							
OT INTERNA: 0002	TAG PYS: PSEP060	TAG CLIENTE: AA3712B	OT CLIENTE:									
EQUIPO: CAFETERÍA BALANCE EQ. 2			FECHA: <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>							
ÁREA / DPTO: SCOMP		SUPERVISOR QUE RECIBE:										
MODELO EQUIPO: TCH180E400BA		CAPACIDAD: 15 TR	VOLTAJE: 460 V	VOLTAJE REAL:								
CORRECTIVO PLANEADO			REFRIGERANTE: R-410A									
LABORES REALIZADAS												
<i>A continuación marque con una equis las actividades realizadas en el recuadro ubicado en el lado izquierdo</i>												
<input type="checkbox"/>	Cambio de compresor				<input type="checkbox"/>	Reparación total del equipo OVERHAUL						
<input type="checkbox"/>	Cambio de motor		Manejadora <input type="checkbox"/>	Ventilador <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Reparación de ductería						
<input type="checkbox"/>	Cambio de elementos de refrigeración				<input type="checkbox"/>	Reparación de soporte de motor						
<input type="checkbox"/>	Cambio de		Blower <input type="checkbox"/>	Aspa <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Reparación y cambio de laminas						
<input type="checkbox"/>	Cambio de caracol				<input type="checkbox"/>	Peinado de serpentín						
<input type="checkbox"/>	Cambio de chumaceras				<input type="checkbox"/>	Cambio de Breaker <input type="checkbox"/> Contactor <input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/>	Cambio del eje del blower				<input type="checkbox"/>	Cambio de Relé térmico <input type="checkbox"/> Relevo <input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/>	Cambio de polea del		Blower <input type="checkbox"/>	Motor <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cambio del conector eléctrico del compresor						
<input type="checkbox"/>	Reparación de compresor				<input type="checkbox"/>	Cambio de tarjeta de control						
<input type="checkbox"/>	Búsqueda y corrección de fuga				<input type="checkbox"/>	Reparación de circuito de control						
<input type="checkbox"/>	Desmontaje de serpentín condensador para reparación				<input type="checkbox"/>	Cambio de cableado						
<input type="checkbox"/>	Desmontaje de serpentín evaporador para reparación				<input type="checkbox"/>	Cambio de arrancador suave						
OBSERVACIONES												
CONDICIONES FINALES DEL EQUIPO												
MOTOR MANEJADORA		A1:	A2:	A3:	POTENCIA:		EL EQUIPO QUEDA EN SERVICIO		100%	75%	50%	FDS
COMPRESOR 1:	A1:	A2:	A3:	PSI BAJA:	PSI ALTA:	MOTOR VENTILADOR 1		A1:	A2:	A3:		
COMPRESOR 2:	A1:	A2:	A3:	PSI BAJA:	PSI ALTA:	MOTOR VENTILADOR 2		A1:	A2:	A3:		
COMPRESOR 3:	A1:	A2:	A3:	PSI BAJA:	PSI ALTA:	MOTOR VENTILADOR 3		A1:	A2:	A3:		
COMPRESOR 4:	A1:	A2:	A3:	PSI BAJA:	PSI ALTA:	MOTOR VENTILADOR 4		A1:	A2:	A3:		
CONVENCION: FDS: FUERA DE SERVICIO												
NOMBRE DEL TÉCNICO:				SUPERVISOR:				NOMBRE CLIENTE:				
								No de Registro o CC.				

Como se puede observar los formatos relacionan directamente los trabajos, los equipos y las órdenes de trabajos del cliente para llevar un mejor seguimiento de las labores realizadas, también en el formato de mantenimiento correctivo se relaciona si es un correctivo planeado o emergente.

CONCLUSIONES

- El diseño de un modelo de gerenciamiento de mantenimiento para los sistemas de refrigeración y aire acondicionado industrial de la refinería de Ecopetrol en Barrancabermeja desde la empresa proyectos y servicios Ltda. involucra una serie de procesos que requiere la implementación de las directrices de la empresa y las especificidades de la refinería. Se expusieron las fallas del anterior modelo y se buscó dar respuesta al logro de cumplir con los objetivos de disponibilidad y confiabilidad a largo plazo.
- La efectividad del modelo se asocia con las competencias del personal que está involucrado en su implementación. También se recomienda hacer un programa de capacitación a los técnicos para que estén actualizados de nuevas tecnologías y procedimientos.
- El modelo de mantenimiento diseñado cumple con los objetivos de disponibilidad y confiabilidad; el valor agregado de este modelo de gerenciamiento es la muestra de las fallas de los equipos de refrigeración y aire acondicionado industrial instalados en la refinería enfocado en la optimización de los recursos disponibles. Relacionado con el plan de mantenimiento, se alimentó el sistema de información, se efectuó el inventario de instalaciones, se identificaron los equipos y se hizo el registró de las instalaciones.
- Se cumplió con el mejoramiento del proceso de seguimiento de los trabajos por medio del empleo de las órdenes de trabajo que están registradas en los indicadores que se construyeron.

BIBLIOGRAFÍA

DUFFUAA, Salih O. CAMPBELL, et al. Sistemas de mantenimiento: Planeación y control. Limusa, 2000

RENOVETEC Consulta [en línea] el 02 de noviembre de 2018 en <http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/300-indicadores-en-mantenimiento>

BLOG INTERACTIVO. Consulta [en línea] 02 de noviembre de 2018 <http://www.sabelotodo.org/aparatos/refrigeracion.html>

